



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

생활과학석사 학위논문

한국인 투석 전 만성콩팥병 환자의
영양소 섭취에 기여하는 식품 및
기여도 분석

Analysis of Foods Contributing to Nutrient Intake
and Percentage Contribution
in Korean Patients with Chronic Kidney disease

2019 년 8 월

서울대학교 대학원

식품영양학과

서 연 경

한국인 투석 전 만성콩팥병 환자의 영양소 섭취에 기여하는 식품 및 기여도 분석

지도 교수 한 성 립

이 논문을 생활과학석사 학위논문으로 제출함
2019 년 4 월

서울대학교 대학원
식품영양학과
서 연 경

서연경의 생활과학석사 학위논문을 인준함
2019 년 7 월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국 문 초 록

한국인 투석 전 만성콩팥병 환자의 영양소 섭취에 기여하는 식품 및 기여도 분석

서울대학교 대학원

식품영양학과

서 연 경

투석 전 영양상태는 투석을 시작한 이후 만성콩팥병 환자들의 예후에 영향을 끼치는 중요한 요인이다. 특히 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자들은 혈당과 영양상태를 잘 관리하여 말기신부전으로의 진행을 지연시키는 것이 더욱 중요하다. 만성콩팥병 환자에서는 단백질과 나트륨의 제한은 물론 필요에 따라 인과 칼륨의 섭취량이 제한되기 때문에 식사 관리에 어려움을 겪는 경우가 많다. 그럼에도 불구하고 아직 투석 전 단계의 환자에서 영양소 별 급원식품의 종류, 식품 섭취량, 영양상태에 대한 연구가 거의 이루어지지 않은 실정이다. 만성콩팥병 환자들에게 단백질과 인, 칼륨 섭취량 조절에 대한 중요성이 많이 강조되고, 영양소 종류 별로 고함량 식품은 알려져 있으나, 실제로 신장 환자들이 식사에서 많이 섭취하는 식품의 종류와 섭취 기여도, 섭취량은 조사된 바가 없다. 따라서 본 연구는 한국인 투석 전 단계 만성콩팥병 환자들의 에너지와 영양소 섭취에 기여하는 급원식품의 섭취 기여도, 식품

섭취량, 영양상태를 당뇨병 동반여부나 질병 진행 정도 기준을 이용하여 차이가 있는지 비교함으로써 투석 전 만성콩팥병 환자를 위한 영양 중재의 기초자료를 제공하는데 기여하고자 하였다.

본 연구는 단면 조사 연구로, 2016년 2월부터 2017년 1월까지 서울대학교 병원 신장내과에 내원한 외래환자 350명을 모집하였다. 모집 시 투석 및 콩팥이식 대상자를 제외하였고, 최종대상자는 3일 식사기록지 작성을 완료한 256명으로 Bioelectrical Impedance Analysis(BIA)와 Subjective Global Assessment(SGA)를 통해 영양상태를 평가하였으며, 식사 섭취, 일반적 특성 및 생화학적 특성을 분석하였다. 연구 대상자는 당뇨병 동반여부(DM-CKD군 및 Non-DM-CKD군)와 콩팥 기능(Early-CKD군 및 Late-CKD군)의 2가지 기준에 따라 4군으로 구분하였다. 30 종류의 식품에 대하여 에너지와 영양소(단백질, 인, 칼륨 및 나트륨) 섭취에 기여하는 급원식품의 기여도(상위 10위)와 각 식품의 섭취량을 조사하여 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도 기준으로 비교하였다.

투석 전 만성콩팥병 환자 256명 중 영양불량 상태인 환자는 31명 (12.1%)이었다. 전체 환자의 SGA 점수와 BIA 결과 중 위상각은 양의 상관관계($r=0.55$, $P<0.0001$)를 보여주었고, 세포외액과는 음의 상관관계($r=-0.52$, $P<0.0001$)를 나타내었다. 이를 통해 영양불량 상태는 체성분 조성 지표 중 위상각 및 세포외액과 관련성이 있음을 확인하였다. 전체적으로 당뇨병을 동반한 환자들이 당뇨병을 동반하지 않은 환자들보다 영양상태가 불량하였다. 위상각은 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해서 더 낮았으며, 세포외액은 DM-CKD군이 더 높은 것으로 나타났다. 체질량지수는 남성($P=0.04$)과 여성($P<0.01$) 모두 Non-DM-CKD군에 비해서 DM-CKD군이 더 높았으며, DM군의 체질량지수 평균은 남·여 모두 비만에 해당하였다. 남성의 경우 체지방비율($P=0.04$)과 내장지방 면적($P<0.01$)은 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군보다 유의적으로 높았다. 여성의 경우 골격근량이 Early-CKD군에 비해서 Late-CKD군이 유의적으로 더 낮았다($P=0.02$).

식품 섭취량을 당뇨병을 동반하지 않고 질병의 진행이 초기인 상태의

환자들을 기준으로 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도에 따라 식품 섭취량에 차이가 있는지 비교한 결과, 섭취량에 차이가 나타난 식품은 정제곡류와 통곡류, 두류, 해산물, 염장 채소류, 과일류, 차와 커피류로 나타났다. 다변량 보정 모델에서 Early-Non-DM-CKD군에 비해서 Late-Non-DM-CKD군의 정제곡류($P_{trend}<0.05$)의 섭취량이 더 높게 나타났다. 통곡류($P_{trend}<0.01$)와 두류($P_{trend}<0.01$)의 섭취량은 Early-DM-CKD군이 Early-Non-DM-CKD군보다 유의하게 더 높았으나, 과일류($P_{trend}=0.03$)의 섭취량은 더 낮았다. Late-Non-DM-CKD군은 염장 채소류($P_{trend}=0.04$) 그리고 차와 커피류($P_{trend}=0.01$)의 섭취량이 Early-Non-DM-CKD군보다 더 낮았다. Late-DM-CKD군은 Early-Non-DM-CKD군보다 해산물($P_{trend}=0.02$)의 섭취량이 더 낮은 것으로 나타났다.

만성콩팥병 환자의 단백질 섭취에 기여하는 식품의 섭취기여도가 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도에 따라 차이가 있는지 알아보았다. 단백질 섭취에 기여하는 급원식품 상위 10개 중 네 군 간 기여도의 차이를 보인 식품은 정제곡류, 통곡류, 두류였다. 단백질 섭취에 기여하는 정제곡류($P=0.02$)의 섭취 기여도가 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 낮았다. 통곡류($P<0.001$)와 두류($P<0.01$)의 섭취 기여도가 Non-DM-CKD군에 비해 DM-CKD군에서 유의적으로 높았다.

한국인 투석전 만성콩팥병 환자들은 당뇨병 동반여부에 따라 영양상태, 단백질 섭취에 기여하는 식품 중에서 통곡류와 두류의 기여도와 섭취량이 차이가 있는 것으로 관찰되었다. 전체적으로 당뇨병을 동반한 환자들이 당뇨병을 동반하지 않은 환자들보다 영양상태가 불량한 것으로 나타났다. 그리고 당뇨병을 동반하지 않은 환자들에 비해서 당뇨병을 동반한 환자들은 에너지와 단백질 섭취량에 기여하는 섭취기여도는 정제곡류가 더 낮고, 통곡류와 두류는 더 높았다. 그러나 통곡류가 인과 칼륨에 섭취 기여도가 높은 것으로 나타나(상위 10위 중 인 5위, 칼륨 9위) 당뇨를 동반한 만성콩팥병 환자들이 인 또는 칼륨 섭취를 조절해야 하는 경우에는 과도한 통곡류 섭취에 주의해야 할 것으로 사료된다. 인 또는 칼륨 섭취량 제한 대상자는 고칼륨혈증,

고인산혈증, 항고혈압제 복용 환자들이며, 본 연구에서 해당 대상자는 256명 중 고칼륨혈증 28명(10.9%), 고인산혈증 22명(8.6%), 항고혈압제 복용 223명(87.1%)으로 나타났다. 본 연구 결과를 통해 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자를 위하여 개인화된 영양 중재의 근거를 마련하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

주요어 : 투석 전 단계 만성콩팥병, 당뇨병, 급원식품, SGA(Subjective Global assessment), BIA(Bioelectrical Impedance Analysis)

학 번 : 2017-22728

목 차

국 문 초 록.....	i
목 차.....	v
표 목 차.....	vii
그 립 목 차.....	ix
약 어 목 록.....	x
 I. 서 론	1
II. 문 헌 고 찰.....	3
1. 만성콩팥병의 정의 및 분류.....	3
2. 만성콩팥병의 원인 및 합병증	5
3. 만성콩팥병 환자의 영양불량과 SGA를 통한 영양상태 평가.....	8
4. BIA를 통한 체성분 조성 분석.....	11
5. 영양소 섭취에 기여하는 급원식품 조사 연구의 중요성.....	14
III. 연 구 방 법.....	16
1. 연구 대상자 및 기간	16
2. 만성콩팥병 환자의 일반 특성 및 신체 특성 조사.....	17
3. BIA를 통한 만성콩팥병 환자의 체성분 조성 분석.....	19
4. SGA를 이용한 만성콩팥병 환자의 영양상태 평가	20
5. 만성콩팥병 환자의 생화학적 특성 조사	21
6. 만성콩팥병 환자의 식사 섭취 조사.....	22
7. 에너지, 단백질, 인, 칼륨 및 나트륨 섭취에 기여하는 급원식품 분석.....	23
8. 통계 분석	25
IV. 실 험 결 과.....	26
1. 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도에 따른 만성콩팥병 환자의 일반 특성 및 SGA 결과 비교.....	26
2. 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도에 따른 만성콩팥병 환자의 신체 특성 및 BIA를 통한 체성분 조성 비교.....	28

3. 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도에 따른 만성콩팥병 환자의 임상적 특성 및 생화학적 특성 비교.....	40
4. 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도에 따른 만성콩팥병 환자의 영양소 섭취에 기여하는 급원식품 비교	43
5. 식품 섭취량 비교.....	52
 V. 고찰.....	60
VI. 요약.....	66
 참 고 문 헌.....	70
Abstract.....	77
부 록.....	81

포 목 차

Table 1. Classification of chronic kidney disease stage by estimated glomerular filtration rate	18
Table 2. Food grouping list	24
Table 3. Baseline characteristics of the subjects according to the DM comorbidity and GFR category	27
Table 4. Anthropometric characteristics and bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the subjects according to the DM comorbidity and GFR category	31
Table 5. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the male subjects according to tertiles of protein intake	33
Table 6. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the female subjects according to tertiles of protein intake	34
Table 7. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement and SGA(subjective global assessment) score of the all subjects according to tertiles of protein intake	35
Table 8. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the male subjects according to low-protein diet (0.8g/kg/day)	36
Table 9. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the female subjects according to low-protein diet (0.8g/kg/day)	37
Table 10. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement and subjective global assessment (SGA) score of all subjects according to low-protein diet (0.8g/kg/day)	38
Table 11. Pearson's correlation coefficients between BIA data and SGA score	39
Table 12. Biochemical characteristics of the subjects according to the DM comorbidity and GFR category	41
Table 13. Distribution of food-consumers and non-food consumers and mean	

amount of foods intake.....	46
Table 14. Percent contribution of major food sources to energy intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category.....	47
Table 15. Percent contribution of major food sources to protein intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category.....	48
Table 16. Percent contribution of major food sources to phosphorus intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category	49
Table 17. Percent contribution of major food sources to potassium intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category	50
Table 18. Percent contribution of major food sources to sodium intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category.....	51
Table 19. Food group category.....	54
Table 20. Odds ratios (ORs) and 95% confidence interval (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of grains food group	55
Table 21. Odds ratios (ORs) and 95% confidence interval (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of meat/fish/poultry food group	56
Table 22. Odds ratios (ORs) and 95% confidence interval (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of vegetables and fruits food group	57
Table 23. Odds ratios (ORs) and 95% confidence interval (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of milk/dairy and fat/sweets food group.....	58
Table 24. Odds ratios (ORs) and 95% confidence interval (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of condiment and beverages food group.....	59

그림 목차

Figure 1. Prognosis of CKD by GFR and albuminuria category in KDIGO 2012 guideline.....	4
Figure 2. Vascular processes whereby diabetes and hypertension predispose to cardiovascular disease.....	7
Figure 3. Pathophysiology of protein energy wasting in chronic kidney disease	10
Figure 4. Schematic diagram of fat-free mass (FFM), total body water (TBW), intracellular water (ICW), extracellular water (ECW), and body cell mass (BCM)	13

약어 목록

ALP, alkaline phosphatase
ALT, alanine aminotransferase
AST, aspartate aminotransferase
BCM, body cell mass
BIA, bioelectrical impedance analysis
BMC, bone mineral content
BMI, body mass index
BUN, blood urea nitrogen
CIs, confidence intervals
CKD, chronic kidney disease
CKD-EPI, chronic kidney disease epidemiology collaboration
CVD, cardiovascular disease
DBP, diastolic blood pressure
DM, diabetes mellitus
ECF, extracellular fluid
ECW, extracellular water
ESRD, end stage renal disease
eGFR, estimated glomerular filtration rate
FFM, fat free mass
FM, fat mass
ICW, intracellular water
MAC, Mid-arm circumference
ORs, odds ratio
PBF, percent body fat
PhA, phase angle
PLT, platelet
RBC, red blood cell
SBP, systolic blood pressure
SGA, subjective global assessment

SMM, skeletal muscle mass

TBW, total body water

WBC, white blood cell

VFA, visceral fat area

I. 서론

만성콩팥병(chronic kidney disease, CKD)은 비가역적으로 신장 기능이 손상되는 질병으로 말기 신부전(end-stage renal disease, ESRD) 상태가 되면 신장 대체요법이 필요하고, 사망 위험이 증가한다(Tonelli et al. 2006). 말기신부전으로 진행되지 않은 만성콩팥병 환자들에서 추정 사구체여과율(estimated glomerular filtration rate, eGFR)의 감소는 사망 및 심혈관계질환의 위험도 증가 및 재원기간의 증가와 연관성이 있었다(Go et al. 2004). 만성콩팥병은 신장 구조 또는 기능의 이상이 3개월 이상 지속되는 경우에 해당된다(Stevens and Levin 2013). 만성콩팥병은 노화와 관련되어 나타나는 신장 기능 저하와 관련이 있다. 당뇨병은 만성콩팥병의 진행을 가속화시킬 수 있기 때문에(Gansevoort et al. 2013) 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자들은 당뇨병을 동반하지 않은 환자들보다 혈당과 영양상태를 잘 관리하여 질병 진행을 지연시키는 것이 더욱 중요하다.

영양상태는 만성콩팥병 환자의 사망에 영향을 끼치는 주요 원인 중 하나이다(Mazairac et al. 2011). 투석 환자에서 SGA(subjective global assessment)로 판정된 단백질-에너지 소모(protein-energy wasting, PEW) 상태가 사망 위험성의 증가와 관련이 있었다(de Mutsert et al. 2009). 말기신부전 환자들에게서 영양불량 상태가 흔히 관찰된다(Ikizler et al. 2013). 체성분은 만성콩팥병 환자들에게 질병과 사망을 조기에 예측할 수 있는 지표이다(Maggiore et al. 1996; Chertow et al. 2000). BIA(bioelectrical impedance analysis)로 조사하는 체성분 중에서 만성콩팥병 환자와 관련된 인자로 위상각, 체세포량, 체지방량 및 체수분량이 있다(Bellizzi et al. 2006). BIA 검사 결과 중 위상각은 SGA로 판정되는 영양불량과 강한 음의 상관관계가 관찰되었다(Plager et al. 2018). 세포외액 과다는 말기 신부전 환자들에게서 흔히 관찰되는데, 심혈관계질환으로 인한 사망 위험의 예측 인자이다(Park et al. 2018).

만성콩팥병 환자의 치료는 질병 진행을 최대한 지연시키고 신장 기능을 유지하는 것을 목표로 한다. 식사요법은 만성콩팥병 환자들에게 단백질과 영양상태 조절에 중요한 역할을 한다(Fouque et al. 2011). 영양 중재는 투석 전 단계에서 말기신부전으로 이행 되기 전에 중요한 역할을 한다. 투석 전 단계의 만성콩팥병 환자에게 영양 상담을 하는 경우 투석 시작 시점에서 환자들의 알부민 수치가 더 높았고, 총 콜레스테롤 수치는 더 낮았다. 또한 혈액투석 시작 후 1년 시점에서의 사망 위험이 19% 낮은 것으로 나타났다(Slinin et al. 2011). 만성콩팥병 환자들은 대부분 단백질과 나트륨 제한이 필요하고, 혈액 수치에 이상이 있는 경우 인과 칼륨 제한이 추가로 요구된다. 영양소 함유량이 높은 식품에 대해서는 많이 알려져 있으나, 실제로 신장 환자의 영양소 섭취에 기여하는 급원식품의 종류와 식품의 섭취량에 대해서 조사된 바가 없다.

투석 전 단계의 환자들에서 에너지와 영양소 별 급원식품의 종류, 영양상태에 대한 조사와 분석이 필요하지만 위 항목들에 대한 선행연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 만성콩팥병 환자들의 에너지와 영양소(단백질, 인, 칼륨 및 나트륨) 섭취에 기여하는 급원식품의 섭취 기여도, 식품의 섭취량과 영양상태가 당뇨병 동반여부나 질병 진행정도에 따라 차이가 있는지 비교하여 투석 전 만성콩팥병 환자를 위한 영양중재의 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 문 헌 고 찰

1. 만성콩팥병의 정의 및 분류

KDIGO(Kidney Disease Improving Global Outcomes) 2012 가이드라인에서 정의한 만성콩팥병은 신장 구조 또는 기능 이상이 3개월 이상 지속되는 경우이고 추정 사구체 여과율이 $60\text{mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2$ 상태가 3개월 이상일 때 진단된다.

만성콩팥병은 추정 사구체 여과율에 따라 6단계 또는 알부민뇨 배출에 의해 3단계로 분류된다. 추정 사구체 여과율에 따른 6단계 분류는 다음과 같다: G1($\text{GFR} \geq 90\text{ mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2$), G2($60\text{ mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2 \leq \text{GFR} < 90\text{ mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2$), G3a($45\text{ mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2 \leq \text{GFR} < 60\text{mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2$), G3b($30\text{ mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2 \leq \text{GFR} < 45\text{mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2$), G4($15\text{ mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2 \leq \text{GFR} < 30\text{mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2$), G5($\text{GFR} < 15\text{mL}/\text{min}/1.73\text{ m}^2$). 알부민뇨 배출에 따른 3단계 분류는 다음과 같다: A1($\text{ACR} < 30\text{ mg}/24\text{hours}$), A2($30 \leq \text{ACR} \leq 300\text{ mg}/24\text{hours}$), A3($\text{ACR} > 300\text{ mg}/24\text{hours}$) (**Figure 1**). 추정 사구체 여과율을 계산하는 공식은 MDRD (Modification of Diet in Renal Disease) 연구 방정식, 2009 CKD-EPI (chronic kidney disease epidemiology collaboration) 크레아티닌(creatinine) 방정식, 2012 CKD-EPI 시스타틴 C(cystatin C) 방정식, 2012 CKD-EPI 크레아티닌-시스타틴 C(creatinine-cystatin C) 방정식이 있다(Stevens and Levin 2013). 최근 연구에서는 MDRD 연구 방정식에서 2009 CKD-EPI 크레아티닌 방정식과 2012 CKD-EPI 방정식을 많이 쓰는 추세이다. CKD-EPI 방정식은 MDRD 연구 방정식보다 사구체 여과율을 더 정확하게 추정한다(Matsushita et al. 2010). 메타 분석을 통해 CKD-EPI 방정식이 MDRD 연구 방정식보다 말기신부전과 사망 위험을 더 정확하게 분류함을 알 수 있었다(Matsushita et al. 2012).

Prognosis of CKD by GFR And Albuminuria Categories: KDIGO 2012				Persistent albuminuria categories Description and range		
				A1	A2	A3
				Normal to mildly increased	Moderately increased	Severely increased
				<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
GFR categories(ml/min/1.73cm ²) Description and range	G1	Normal or high	≥90	1 if CKD	1	2
	G2	Mildly decreased	60-89	1 if CKD	1	2
	G3a	Mildly to moderately decreased	45-59	1	2	3
	G3b	Moderately to severely decreased	30-44	2	3	3
	G4	Severely decreased	15-29	3	3	4+
	G5	Kidney failure	<15	4+	4+	4+

Figure 1. Guide to frequency of monitoring by GFR and albuminuria categories in KDIGO 2012 guideline(Stevens and Levin 2013)
This GFR and albuminuria grid reflects the risk for progression by intensity of coloring. The numbers in the boxes are a guide to the frequency of monitoring (number of times per year). ACR=albumin-creatinine ratio; CKD=chronic kidney disease; GFR=glomerular filtration rate.

2. 만성콩팥병의 원인 및 합병증

만성콩팥병 환자는 심혈관계질환, 고혈압, 당뇨병, 영양불량과 같은 합병증의 위험이 증가한다. 미국 USRDS(United States Renal Data System) 자료에 의하면 말기신부전 환자는 20세 미만, 20-44세, 45-64세, 65세 이상 모든 연령층에서 신장 이식 환자보다 투석 환자의 사망위험도가 높았다(System 2013; Collins et al. 2015). 만성콩팥병의 예후에 영향을 끼치는 요인으로는 만성콩팥병의 원인, 추정 사구체 여과율 단계, 알부민뇨 단계, 동반질환 유무가 있다(Stevens and Levin 2013).

말기신부전 전 단계의 만성콩팥병 환자들 또한 추정 사구체여과율의 감소가 독립적으로 사망, 심혈관계질환의 위험이 올라가고 재원기간이 늘어나는 것과 연관이 있었다(Go et al. 2004). 만성콩팥병의 유병률이 증가하면서, 만성콩팥병의 기저 원인이자 합병증의 잠재 요인인 비만, 고혈압, 당뇨병의 유병률도 증가하였다(Coresh et al. 2007).

만성콩팥병 환자에게 당뇨병 발병을 예방하거나 당뇨병성 신증이 악화되지 않도록 하기 위해서 엄격한 혈당 조절이 중요하다. 당뇨병은 말기신부전의 주요 원인으로 말기신부전 치료를 받은 환자 중 44%가 당뇨병을 동반하고 있었다(System 2013). 만성콩팥병이 진행될수록, 인슐린 신호계, 포도당 수송과 대사 과정에 변화가 생겨 요독, 염증 반응, 산화 스트레스가 인슐린 저항성을 유발한다(Fliser et al. 1998). 투석 전 만성콩팥병 환자에서 당화혈색소(hemoglobin A_{1c}, HbA_{1c})가 9.0%를 넘는 경우가 흔했고, 당화혈색소가 9.0%를 넘는 경우 임상 징후의 악화와 사망 위험을 높이는 것과 연관이 관찰되었다(Shurraw et al. 2011).

만성콩팥병은 낮은 수준의 염증 상태로 진행될수록 C-반응성 단백질과 싸이토카인 같은 염증성 지표가 증가한다(Cachofeiro et al. 2008). 당뇨병과 고혈압은 같은 병태생리학적 경로를 공유하고 먼저 발병하는 질환이 다른 질환을 불러 일으키게 되어 심혈관계질환 발생 위험이 높아진다. 당뇨병 환자가 고혈압에 걸리는 위험 요인이 유전적 요인, 인슐린 저항성, 이상지질혈증,

비만이며 고혈압 환자는 혈관 내 기능 장애, 혈관 염증, 혈관 섬유화 등의 이유로 대혈관 질환과 말초혈관 질환이 발생할 수 있는 위험성이 있으며 이는 심혈관계 질환으로 발전할 수 있다(Petrie, Guzik, and Touyz 2018)(Figure 2).

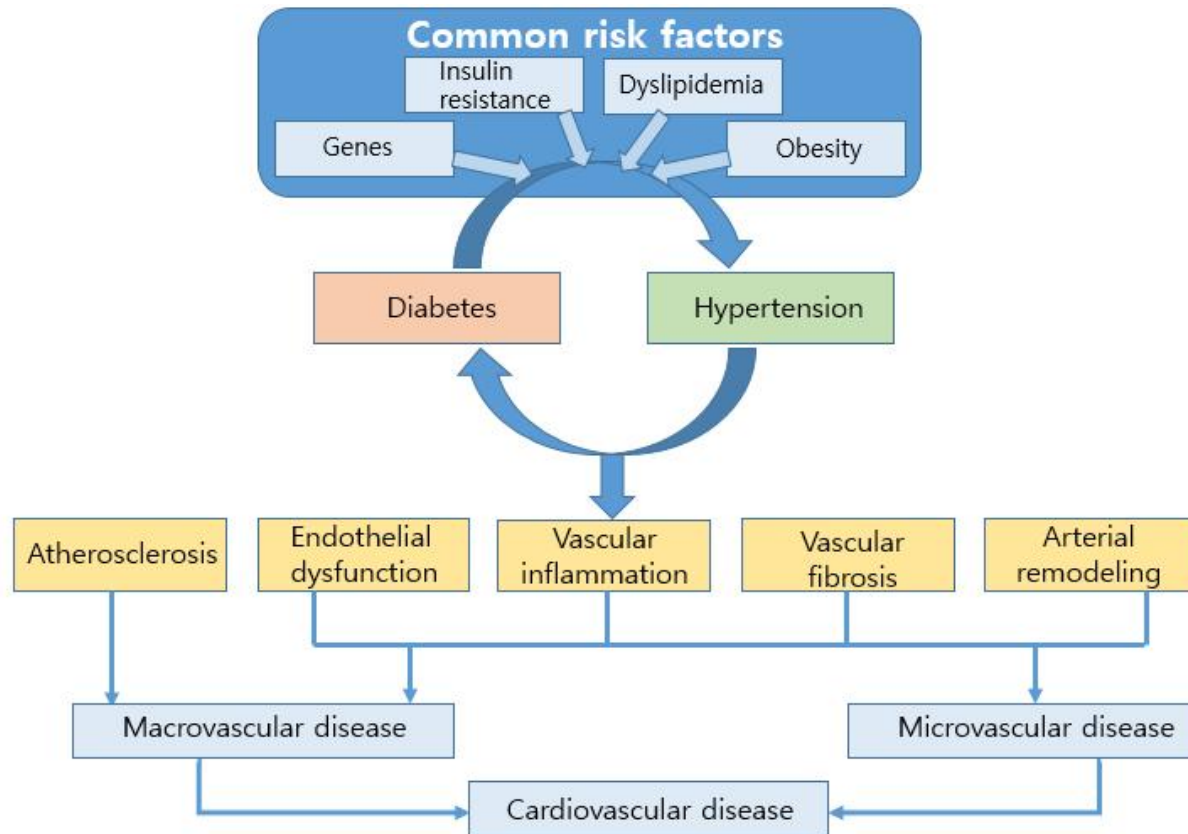


Figure 2. Vascular processes whereby diabetes and hypertension predispose to cardiovascular disease. (Petrie, Guzik, and Touyz 2018)

3. 만성콩팥병 환자의 영양불량과 SGA를 통한 영양상태 평가

영양불량은 재원 기간을 늘리고 사망 위험을 높이며 사회경제적 비용을 상승시킨다(Braunschweig, Gomez, and Sheean 2000; Correia and Waitzberg 2003). 영양불량으로 인해 식사 섭취량과 체중이 감소하게 되면 근육감소증(sarcopenia)와 protein-energy malnutrition(PEM)이 발생한다(Souza et al. 2015). PEM은 이화 작용, 요독증 물질, 영양불량, 염증에 의해 나타날 수 있다. 특히 $\text{eGFR} < 45\text{mL/min/1.73 m}^2$ 로 만성콩팥병이 진행된 환자와 말기신부전 상태의 환자에서 흔하고 사망의 원인이기도 하다(Obi et al. 2015). PEM과 비슷한 상태를 뜻하는 protein energy wasting(PEW)이 만성콩팥병 환자에게 발생하는 원인은 동반질환 유무, 산화 스트레스, 염증, 대사적 산증, 인슐린 저항성, 식사 섭취 저하, 영양소 부족 등이 꼽힌다(Wing, Raj, and Velasquez 2015) (Figure 3).

KDOQI는 혈액투석을 하는 말기신부전 환자의 영양상태평가를 위하여 SGA 사용을 권장한다(Kopple 2001). 혈액 투석환자에게 SGA를 사용하여 PEW의 위험성을 예측할 수 있는 도구임이 확인된 바 있다(Sum et al. 2017). 또한 투석 환자에서 SGA로 판정된 PEW가 사망 위험성의 증가와 관련이 있었다(de Mutsert et al. 2009).

SGA는 여러 연구를 통해 수술 환자와 외래 환자 모두 영양 진단 시 타당도가 입증된 도구로 알려져 있다(da Silva Fink, Daniel de Mello, and Daniel de Mello 2015). SGA는 신체계측치보다 재원기간이나 재입원 여부 예측에 더 나은 결과를 보였다(Planas et al. 2004). SGA 개발은 1982년 수술 환자를 위해 주관적 평가를 통한 영양 평가 도구로 개발하였고 평가 결과는 영양상태 양호, 가벼운 영양불량, 심한 영양불량 상태로 분류된다. 1987년에 표준화되어 현재의 조사 항목처럼 환자의 과거력 중 체중 감소, 식사 섭취 변화, 소화관 증상, 기능적 능력, 대사 변화와 관련된 질병 유무, 신체 증상(근육 소모, 피하지방 손실, 부종 여부)로 구성되었다(Detsky et al. 1987). 영양불량

진단 시 평가 기준으로 근육, 지방 상태 평가가 포함되는데 염증이 근육과 지방의 이화작용을 촉진시키고 동화작용을 방해하기 때문이다(Fischer, JeVenn, and Hipskind 2015).

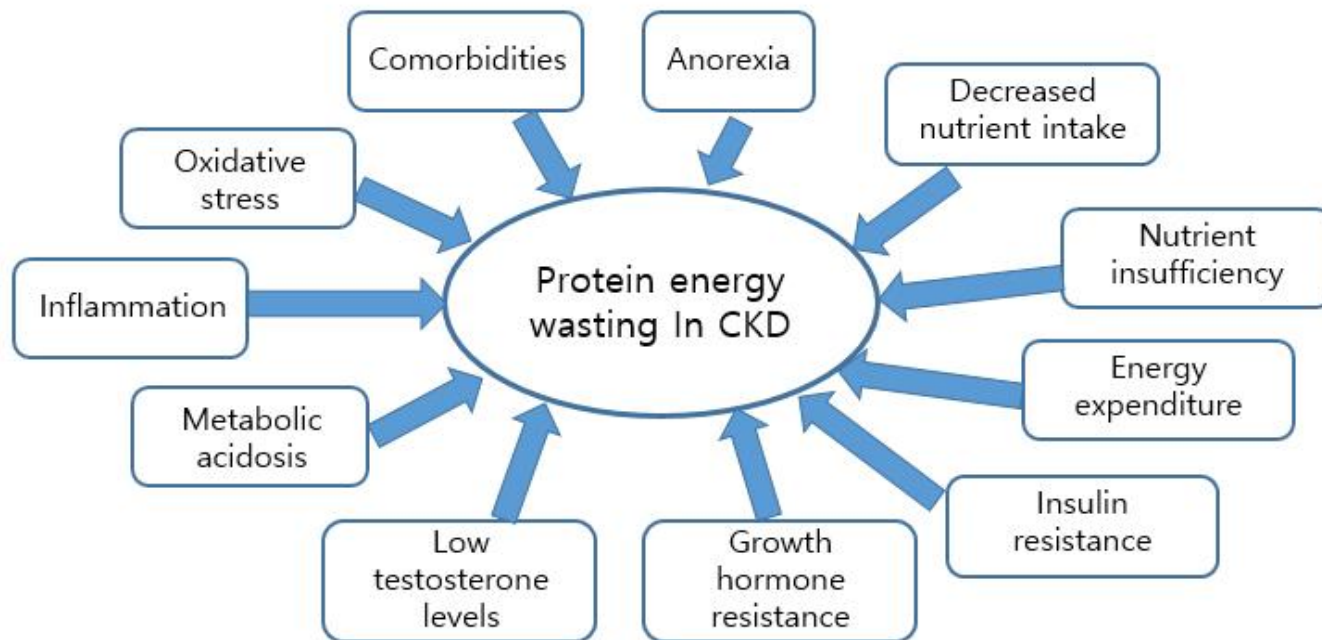


Figure 3. Pathophysiology of protein energy wasting in chronic kidney disease(Wing, Raj, and Velasquez 2015)

4. BIA를 통한 체성분 조성 분석

BIA는 체성분 조성을 평가하는 안전하고 이동 가능하며 비용이 저렴한 비침습적 조사 방법이다. BIA는 체성분 조성을 직접적으로 측정하지 않고, 선형 회귀로 도출된 공식으로 체성분 조성을 레지스턴스(resistance)와 리액턴스(reactance)를 이용하여 예측한다. 생체의 전기 저항을 이용하는 방법으로 다음의 원리에 기초한다. 생체전기 저항(bioelectrical impedance)은 주로 조직의 수분량과 관련되어 신체에 흐르는 전류에 저항하는 레지스턴스와 조직과 세포막에 의해 생성되는 리액턴스를 나타내는 두 벡터의 결과로서, 위상각은 생체전기 임피던스와 레지스턴스 사이의 각도이다(Barbosa-Silva and Barros 2005). 체중, 체지방량(fat mass, FM), 체지방량(fat free mass, FFM), 골격근량(skeletal muscle mass, SMM), 체지방률(percent body fat, PBF), 체질량지수(body mass index, BMI), 위상각(phase angle, PhA), 세포내수분(intracellular water, ICW), 세포외수분(extracellular water, ECW), 체수분량(total body water, TBW), 체세포량(body cell mass, BCM), 골무기질량(bone mineral content, BMC), 내장지방 단면적(visceral fat area, VFA)을 조사한다. 체성분 구성성분의 대략적인 비율을 **Figure 4**에 나타내었다.

BIA는 혈액투석환자에서 신체계측, 생화학적 검사 수치와 함께 말기신부전의 영양상태 평가를 위한 진단 도구로 사용될 수 있다. 영양검색도구 중 하나인 MNA(Mini Nutritional Assessment)가 판정한 PEW와 BIA 결과 중 체지방량, 골격근량, 내장지방 비율, 체질량지수가 양의 상관관계가 있었다(Erdogan et al. 2013). BIA 검사 결과 중 위상각은 SGA로 판정되는 영양불량과 강한 음의 상관관계가 있었다(Plager et al. 2018). 혈액투석환자에서도 위상각이 SGA로 판정된 영양불량과 관련있는 지표로 확인되었다(Rimsevicius et al. 2016).

세포외수분과 체수분량의 비율로 세포외액(extracellular fluid, ECF) 과다 상태를 판단할 수 있다. 세포외액이 0.39를 넘는 경우에는 세포외액 과다에 해당된다. 만성콩팥병 환자에서 세포외액 과다는 독립적으로 관상동맥 석회화의

높은 위험과 관련이 있었다(Park et al. 2018).

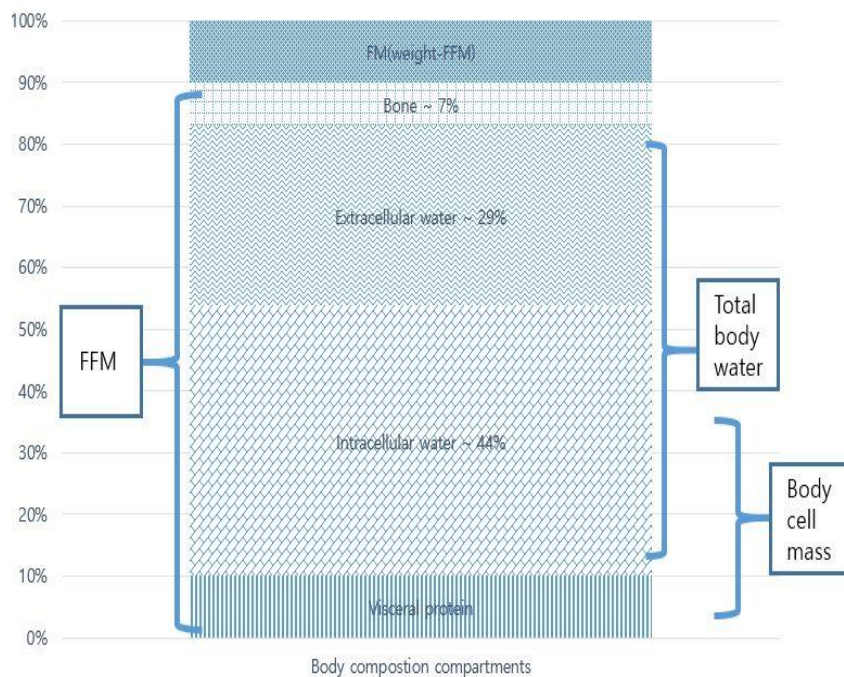


Figure 4. Schematic diagram of fat-free mass (FFM), total body water (TBW), intracellular water (ICW), extracellular water (ECW), and body cell mass (BCM) (Kyle et al. 2004).

5. 영양소 섭취에 기여하는 급원식품 조사와 식품 섭취량 연구의 중요성

에너지와 영양소 섭취에 기여하는 급원식품 종류의 조사를 통해 섭취량을 증감시키거나 영양 밀도를 증가시키기 위한 효과적인 전략 설계가 가능하다. 영양소 섭취에 기여하는 급원식품 또는 식품군 조사는 주로 국가의 특정 연령층을 대상으로 에너지와 다량 영양소의 섭취에 기여하는 식품 또는 식품군에 대하여 알아보았다(O'Neil et al. 2012; Auestad et al. 2015; Laskowski, Gorska-Warsewicz, and Kulykovets 2018). 식이 급원 조사에서는 대부분 에너지, 탄수화물, 단백질, 포화지방, 콜레스테롤, 첨가당, 나트륨, 칼슘, 칼륨에 대해서 조사하였다.

영양 역학 연구에서 식품과 식품군에 기초한 식이 패턴을 이용한 식사 섭취를 평가하는 방법이 점점 더 흔해지고 있다. 이유는 식사 구성이 점점 더 다양해지면서 복잡해지기 때문이다(Previdelli et al. 2016). 이 접근 방식은 실제 식생활이 단독 영양소의 섭취가 아니라 식품으로 이루어지기 때문에 더 정확한 식사 섭취를 반영한다고 할 수 있다. 음식과 영양소를 분리하는 것은 사람들이 먹는 것과 건강에 미치는 영향에 대한 현실적인 이해를 제공하지 못한다(Cespedes and Hu 2015).

식품의 섭취와 질병의 연관성을 분석하는 연구에서 식품의 섭취량을 그램, 컵, 1인 분량으로 비교할 수 있다. 식품군 내의 식품 종류마다 1인 분량이 다르기 때문에 식품군 섭취량을 표현하는 방법이 어떤 것인지에 따라 질병 위험 분석에 영향을 미칠 수 있다. 식ைய법 권고사항은 주로 1인 분량으로 제공되거나 미국에서 최근에는 컵과 온스 단위로 표현되지만, 질병 위험에 대한 연구는 대부분 그램을 섭취 측정 기준으로 사용한다(Nothlings et al. 2006).

식품군과 질병에 관련한 연구 중 제 2형 당뇨병 환자들처럼 특정 질병이 있는 환자들의 전체 식품군 섭취와 정상인들에게 권장되는 식품군 권장량을 비교하거나(Burch et al. 2018) 비알코올성 간질환 환자들의 유병률과 전체

식품군의 섭취량에 대하여 연관성을 분석한 연구 결과가 있다(Chan et al. 2015). 전체 식품군이 아닌 특정 식품과 질병의 연관성을 분석하는 경우도 있다. 신장 질환과 관련해서는 적색육의 과다 섭취가 말기신부전의 높은 위험성과 연관성이 나타났다(Lew et al. 2017). 다른 질환 중에서 심혈관계 질환의 사망 위험도와 대두류·낫토의 섭취량에 대해 분석하거나(Nagata et al. 2017) 채소류·과일류의 섭취량에 대하여 분석(Okuda et al. 2015)한 연구가 존재한다. 비알코올성 간질환의 유병률과 쌀·빵류·면류의 섭취량에 대한 연관성 분석도 이루어졌다(Tajima et al. 2017).

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 대상자 및 기간

본 연구에서는 서울대학교병원 신장내과에 2016년 2월부터 2017년 1월까지 방문한 외래환자 350명을 모집하였다. 대상자 모집 시 콩팥 이식 경험이 있거나 투석 단계에 있는 대상자는 모집에서 제외하였고, 연령, 성별 제한은 없었다. 처음 모집한 연구 대상자는 350명(159명의 DM-CKD군 및 191명의 Non-DM-CKD군)이었으며, 연령은 17세에서 92세까지 다양하였다. 이 중에서 52명의 DM-CKD군과 42명의 Non-DM-CKD군이 3일 식사기록지 작성을 완료하지 않아 최종 분석에서 제외하였다. 그 결과 최종 분석에는 총 256명이 포함되었다(107명의 DM-CKD군 및 149명의 Non-DM-CKD군).

연구 대상자는 2가지 기준에 따라 구분하였다. 첫째는 당뇨병 동반여부에 따라 당뇨병이 있는 만성콩팥병 환자군과 당뇨병이 없는 만성콩팥병 환자군으로 구분하였다(DM-CKD군 및 Non-DM-CKD군). 둘째는 추정 사구체 여과율(estimated glomerular filtration rate, eGFR) 수준에 따라 질병 진행 정도를 초기 단계와 후기 단계로 구분하였다(Early-CKD군 및 Non-DM-CKD군).

본 연구는 모든 대상자에게 사전에 동의를 받고, 서울대학교 병원의 의학연구윤리심의위원회의 승인 후 진행하였다(H-1407-083-594).

2. 만성콩팥병 환자의 일반 특성 및 신체 특성 조사

연구 대상자의 일반 특성은 전자의무기록을 통해 당뇨병 동반여부 특성, 의약품 및 보충제 복용 특성을 조사하였다. 또한 기초 설문지를 이용하여 흡연 및 음주 특성을 면담하여 조사하였다.

연구 대상자들을 분류하는 콩팥 기능의 기준으로 사용한 추정 사구체 여과율은 CKD-EPI 2009(Levey et al. 2009)을 이용하여 계산하였다. 2012 KDIGO 지침을 참고하여 사구체 여과율에 따른 만성콩팥병은 6단계로 분류하였고 **Table 1**에 제시하였다 : G1($\text{GFR} \geq 90 \text{ mL/min/1.73 m}^2$), G2($60 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 90 \text{ mL/min/1.73 m}^2$), G3a($45 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$), G3b($30 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$), G4($15 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 30 \text{ mL/min/1.73 m}^2$), G5($\text{GFR} < 15 \text{ mL/min/1.73 m}^2$) (Stevens and Levin 2013).

G3a와 G3b를 기준으로 만성콩팥병 진행 정도를 구분하여 명명하였다. Early-CKD군($\text{eGFR} \geq 45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$)은 총 127명으로 G1, G2, G3a 단계를 포함하며 Late-CKD군($\text{eGFR} < 45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$)은 129명으로 G3b, G4, G5 단계를 포함한다.

키와 체중은 height-weight auto-measuring instrument(G-Tech International, Uijeongbu-si, Gyeonggi-do, Korea)를 사용하여 측정하였다. 혈압은 연구 대상자에게 10분 이상의 휴식을 취하게 한 후 fully automatic blood pressure monitors(A&D Company, Toshima-ku, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

Table 1. Classification of chronic kidney disease stage by estimated glomerular filtration rate

Stage	eGFR (estimated glomerular filtration rate)
G1	$\text{GFR} \geq 90 \text{ mL/min/1.73 m}^2$
G2	$60 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 90 \text{ mL/min/1.73 m}^2$
G3a	$45 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$
G3b	$30 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 45 \text{ mL/min/1.73 m}^2$
G4	$15 \text{ mL/min/1.73 m}^2 \leq \text{GFR} < 30 \text{ mL/min/1.73 m}^2$
G5	$\text{GFR} < 15 \text{ mL/min/1.73 m}^2$

3. BIA를 통한 만성콩팥병 환자의 체성분 조성 분석

Bioelectrical Impedance Analysis(BIA)는 연구 대상자가 처음 방문하여 기초설문지를 작성하고 3일 동안의 식사기록지를 제공받은 날에 수행하였다. BIA(Inbody S10, Inbody, Seoul, Korea) 측정을 위해 기기의 매뉴얼에 따라 환자에게 양 팔과 다리를 약간 벌리고 바르게 누운 자세를 적용시켰다. 전극 부착 부위를 알코올 솜으로 닦아낸 후, 총 8개의 전극을 연결시켰다. 4개의 전극은 양손의 엄지손가락과 중지손가락에 각각 2개씩 부착하였고, 나머지 4개의 전극은 양쪽 발목 관절의 측면에 각각 2개씩 부착하였다.

BIA 자료로 체지방량(fat mass, FM), 체지방률(percent body fat, PBF), 체지방량(fat free mass, FFM), 골격근량(skeletal muscle mass, SMM), 내장지방 단면적(visceral fat area, VFA), 상완위둘레(Mid-arm circumference, MAC), 위상각(phase angle, PhA), 체세포량(body cell mass, BCM), 세포내수분(intracellular water, ICW), 세포외수분(extracellular water, ECW), 총 체수분(total body water, TBW), 세포외수분/총 체수분(ECW/TBW), 골무기질량(bone mineral content, BMC)이 조사되었다.

위상각은 우측 팔, 몸통, 우측 다리의 레지스턴스(resistance, R)의 합과 리액턴스(reactance, Xc)의 합을 합하여 다음과 같은 식으로 계산된다:
$$\text{PhA}(^{\circ}) = (Xc/R) \times (180^{\circ} / \pi)$$

4. SGA를 이용한 만성콩팥병 환자의 영양상태 평가

본 연구에서는 만성콩팥병 환자들의 임상적인 영양상태 판별을 위한 도구로써 Subjective Global Assessment(SGA)를 이용하였다. Detsky *et al.*(Detsky *et al.* 1987)의 SGA를 기초로 하여 만든 변형된 7점 척도인 SGA를 이용하여 환자들의 영양상태를 평가하였다. SGA 평가지는 **Supplemental table 1**에 제시하였다.

숙련된 영양사가 면담을 통해 과거력에 대한 변화 항목 5가지와 신체 조사 항목을 평가하였다. 과거력은 현재 체중 및 최근 체중의 변화, 식사 섭취량의 변화 및 식사상태, 소화관 증상 유무, 신체 활동 정도, 영양 요구량과 관련된 질병 유무에 대하여 조사해 각 항목을 1-7점으로 점수를 부여하였다. 신체 조사는 피하지방 손실, 근육 소모, 발목 부종 유무, 천골 부위 부종 유무, 복수 유무에 대하여 각각 0-3점으로 평가한 후, 신체 증후를 전체적으로 고려해 1-7점의 점수를 반영하였다.

조사 결과는 A(정상), B(가벼운 영양불량 상태), C(심각한 영양불량 상태) 3단계로 구분하고 항목별 점수와 전체적인 환자의 상태에 따라서 전반적인 영양상태를 반영하여 평가하였다.

5. 만성콩팥병 환자의 생화학적 특성 조사

생화학적 검사는 체성분 조성 분석과 동일한 날에 수행하였다. 검사 항목은 다음과 같다. 환자들은 백혈구(white blood cell, WBC) (Sysmex XN-9000, Sysmex XE-2100, ADVIA-2120i, DXH-800), 적혈구(red blood cell, RBC) (Sysmex XN-9000, Sysmex XE-2100, ADVIA-2120i, DXH-800), 헤모글로빈(hemoglobin, Hb) (Sysmex XE-2100, ADVIA-2120, CELL-DYN Sapphire, Pentra DX120), 혈소판(platelet, PLT) (Sysmex XN-9000, Sysmex XE-2100, ADVIA-2120i, DXH-800), 총 단백질(total protein) (Biuret method), 알부민(albumin) (BCG method), 혈당(glucose) (hexokinase method), 총 콜레스테롤(total cholesterol) (COD/POD method), 총 빌리루빈(total bilirubin) (bilirubin oxidase method), 아스파르테이트 아미노전달효소(aspartate aminotransferase), 알칼리성 인산가수분해효소(alkaline phosphatase, ALP) (IFCC method), 혈중 요소 질소(blood urea nitrogen, BUN) (Urease/GLDH method), 요산(uric acid) (Urease/PLD method), 크레아티닌(creatinine) (Jaffe, Picrate/kinetic), 혈중 칼슘(serum calcium, Ca) (OC/PC method), 혈중 인(serum phosphorus, P) (Molybdate reduction), 혈중 나트륨(serum sodium, Na) (indirect ISE), 혈중 칼륨(serum potassium, K) (indirect ISE)에 대하여 검사를 받았다.

6. 만성콩팥병 환자의 식사 섭취 조사

연구 대상자가 식사기록지를 작성하기 전 숙련된 영양사는 모든 연구 대상자에게 식사기록지 작성법을 교육하였다. 연구 대상자에게 모든 음식과 음료를 섭취한 후에 바로 시간, 장소, 음식에 대하여 작성하도록 요청하였다. 식사기록지의 완성 예시와 음식 분량 작성 시 참고 기준으로 실물 크기의 컬러 사진을 첨부해 조리법 정보와 음식의 재료, 분량에 대해서 자세하게 작성하도록 하였다. 연구 대상자가 식사기록지 작성을 완료한 후 기록의 정확성을 위해 영양사가 작성안을 대면하여 확인하거나 유선 상에서 재확인하였다. 256명의 연구 대상자는 평일 2일과 주말 및 공휴일 1일을 포함한 3일 간의 식사기록지 작성을 완료하였다.

7. 에너지, 단백질, 인, 칼륨 및 나트륨 섭취에 기여하는 급원식품 분석

열량(energy), 단백질(protein), 인(phosphorus, P), 나트륨(sodium, Na), 칼륨(potassium, K)과 같은 열량 및 영양소의 섭취량은 Computer Aided Nutritional Analysis Program(CAN-Pro) 5.0(The Korean Nutrition Society, 2015)을 사용하여 분석하였다.

연구 대상자의 영양소 섭취량은 3일 동안 섭취량의 1일 평균을 사용하였다. 연구 대상자 중 에너지 섭취 이상치를 제외시키기 위해 1일 평균 에너지 섭취량이 남성에서 800kcal 미만이거나 4200kcal 초과인 대상자와 여성에서 500kcal 미만이거나 3500kcal 초과인 대상자를 확인해 본 결과, 해당되는 대상자가 없어 식사기록지를 작성한 256명 모두 분석하였다.

에너지와 단백질, 인, 칼륨, 나트륨 종류 별로 영양소 섭취에 기여하는 급원식품을 파악하기 위하여 각 급원식품의 기여도를 분석하였다. 식사 섭취 자료를 분석한 후 재료명으로 유사한 성질을 가진 재료를 같은 급원식품 범주로 구분하였다. 급원식품은 총 30가지 종류로 연구자가 임의로 구분하였다. 급원식품 목록은 Table 2에 제시하였다. 채소류는 재료명 구분과 더불어 익혀 먹는 조리법에 따라 구분하여 생채류와 익힌 채소류로 분류하였다.

영양소 종류별로 각 급원식품의 평균 섭취량을 산출하여 섭취량이 높은 상위 식품 10개를 추출하였다. 각 급원식품의 섭취 기여도는 영양소 별로 전체 섭취량에 대한 각 급원식품의 섭취 비율을 다음과 같이 계산하였다: 섭취 기여도=급원식품 별 영양소의 섭취량/1일 총 영양소 섭취량 \times 100.

Table 2. Food grouping list

No	Food	Food items
1	Refined grains	White rice and flour
2	Whole grains	Brown rice, black rice, barley and oat
3	Bread	Breads
4	Snacks	Cake, cookie and snacks
5	Potato and starch	Potato, sweet potato, yam and starch
6	Sweets	Sugar, candy, honey, chocolate, jelly and jam
7	Legumes	Legume, tofu and soy milk
8	Seeds and nuts	Almond, walnut, cashew nut, peanut and ginkgo nut
9	Raw vegetables	Raw vegetables
10	Cooked vegetables	Cooked vegetables
11	Salted vegetables	Kimchi and pickled vegetables
12	Mushroom	Mushroom
13	Fruits	Fruits
14	Red meat	Beef, pork and dog
15	Processed red meat	Ham, sausage and bacon
16	Meat byproducts	Oxtail, pork head and tripe
17	Poultry	Chicken and duck
18	Eggs	Egg and quail egg
19	Fish	Raw fish and baked fish
20	Processed fish	Canned fish, fish pastes and crab-flavor fish paste
21	Seafood	Shellfish, mollusk and crustaceans
22	Seaweed	Seaweed, kelp and green-bean laver
23	Milk	Milk
24	Dairy products	Yogurt, ice-cream, butter and cheese
25	Fat and oils	Margarine and vegetable oil
26	Tea	Green tea, black tea, black coffee and mix-coffee
27	Alcohol	Soju, beer, wine and Korean rice wine
28	Other beverages	Fruit juice, vegetable juice and carbonated drinks
29	Seasoning	Salt, pepper, vinegar, soy sauce and salted fermented fish products
30	Added sauce	Salad dressing, mustard sauce and ketchup

8. 통계 분석

모든 통계 분석은 SAS 9.4(SAS Institute, Cary, NC, USA)을 사용하였다. 모든 지표에 대해 정규성 검정을 위해 Kolmogorov-Smirnov test를 실시하였다. 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따라 연구 대상자의 일반 특성, 임상 및 생화학적 특성을 비교하기 위해 범주형 변수(categorical variable)의 경우 교차분석(Fisher's exact test, chi-square test)을 실시하였으며, 연속형 변수(continuous variable)의 경우 평균(Mean)과 표준편차(SD)로 나타내어 평균값의 차이를 이원배치 분산분석(Two-way ANOVA)을 통해 검증하였다. 분산분석 결과가 유의한 경우 Bonferroni 검정으로 사후검정하였다. BIA 결과와 SGA 점수 사이의 상관분석은 Pearson's correlation test로 수행하였다.

영양소 섭취에 기여하는 급원식품의 섭취 기여도를 군 간 비교하기 위해 급원식품의 기여도는 평균과 표준오차(SEM)로 나타내어 정규성 검정 후 일원배치 분산분석(One-way ANOVA), 정규성을 따르지 않는 변수에 대해서는 로그 변환 또는 제곱근 변환 후 일원배치 분산분석을 사용하거나 비모수 검정(Kruskal-Wallis test)을 사용하였다. 분산분석 결과 또는 비모수 검정 결과가 유의한 경우 Bonferroni검정으로 사후검정 하였다.

급원식품의 섭취량과 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능으로 구분된 군과의 연관성을 분석하기 위하여 다항(다변량) 로지스틱 회귀분석을 실시하여 오즈비(Odds ratio)와 95% 신뢰구간(Confidence intervals; CI)를 구하였다. 로지스틱회귀 분석 시 통제변수를 사용하였으며 나이, 성별, 에너지 섭취량을 통제변수로 하여 분석하였다. 삼분위로 구분한 급원식품의 섭취량과 군 간의 오즈비 사이의 경향을 알기 위해 각 삼분위의 중위수를 연속형 변수로 할당해 유의성을 분석하였다.

통계 검증을 위한 유의수준은 $P < 0.05$ 로 설정하여 양측검정을 실시하였다.

IV. 실험 결과

1. 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 만성콩팥병 환자의 일반 특성 및 SGA 결과 비교

당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 만성콩팥병 환자의 일반 특성과 임상적 특성 비교 결과를 Table 3에 제시하였다.

연구 대상자의 연령은 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따라 모두 차이를 보였다. 전체적으로 DM-CKD 군이 Non-DM-CKD군에 비해 연령이 유의적으로 높았으며($P<0.01$), Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 연령이 유의적으로 높았다($P<0.01$). 특히 Early-Non-DM-CKD군의 평균 연령이 56.1세로 다른 군들에 비해 연령이 유의적으로 낮았다($P<0.01$).

생활 습관 특성 중 흡연 정도와 음주 소비 빈도는 네 군 간에 차이가 없었다. 약물 및 보충제 복용 비율을 비교해 본 결과, 고혈압 치료제는 네 군 간에 차이가 있었으며($P=0.04$), Non-DM-Late-CKD군이 77.5%로 가장 낮았다. 고지혈증 치료제(statin), 칼슘 보충제 및 n-3다가불포화지방산 보충제 복용 정도는 네 군 간에 차이가 없었다.

연구 대상자의 추정 사구체 여과율은 전체적으로 콩팥 기능에 따라 차이가 있었다($P<0.001$). DM-CKD군에서 Early-CKD군이 Late-CKD군에 비해서 유의적으로 높았고, Non-DM-CKD군에서 Early-CKD군이 Late-CKD군에 비해서 유의적으로 높았다. 수축기혈압은 전체적으로 당뇨병 동반여부에 따라 차이가 있었다($P<0.01$). SGA를 통해 선별된 영양불량환자는 31명으로, 모두 가벼운 영양불량에 해당되었다. 영양불량환자의 수가 Early-DM-CKD군 1명(1.3%), Late-DM-CKD군 6명(12.2%), Early-Non-DM-CKD군 12명(16.9%), Late-Non-DM-CKD군 12명(20.7%)으로 네 군 간에 유의적인 차이가 있었고($P<0.01$), 영양불량환자 비율은 Late-Non-DM-CKD군이 가장 높았다(Table 3).

Table 3. Baseline characteristics of the subjects according to the DM comorbidity and GFR category

Parameters	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		<i>P</i> value ^{4,5,6}		
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	DM comorbidity	GFR category	Interaction
Sociodemographic parameter								
Age (years)	59.9 ± 12.1 ²	60.7 ± 11.3 ^a	63.4 ± 11.0 ^a	56.1 ± 11.9 ^b	60.5 ± 12.8 ^a	<0.01	<0.01	0.99
Lifestyle parameters								
Smoking, n (%)							0.88	
Never	137 (53.5) ³	25 (51.2)	29 (50.0)	46 (59.0)	37 (52.1)			
Current	17 (6.6)	2 (4.1)	5 (8.6)	5 (6.4)	5 (7.0)			
Past	102 (39.8)	22 (44.9)	24 (41.4)	7 (34.6)	29 (40.9)			
Current alcohol consumption, n (%)							0.09	
1 day per month or less	191 (74.6)	31 (63.3)	46 (79.3)	56 (71.8)	58 (81.7)			
2-4 days per month	38 (14.8)	10 (20.4)	7 (12.1)	11 (14.1)	10 (14.1)			
2-3 days per week	16 (6.3)	6 (12.2)	2 (3.4)	8 (10.2)	0 (0)			
More than 4 days per week	11 (4.3)	2 (4.1)	3 (5.2)	3 (3.9)	3 (4.2)			
Medication and supplements								
Antihypertensive drug use, n (%)	223 (87.1)	44 (89.8)	53 (91.4)	71 (91.0)	55 (77.5)		0.04	
Statin use, n (%)	168 (65.6)	34 (69.4)	43 (74.1)	51 (65.4)	40 (56.3)		0.18	
Calcium supplements use, n (%)	30 (11.7)	6 (12.2)	8 (13.8)	6 (7.7)	10 (14.1)		0.60	
n-3 PUFA supplements use, n (%)	33 (12.9)	5 (10.2)	8 (13.8)	10 (12.8)	10 (14.1)		0.93	
Clinical parameters								
eGFR (ml/min/1.73m ²)	50.4 ± 27.3 ¹	71.4 ± 20.0 ^a	29.0 ± 8.9 ^b	74.2 ± 19.8 ^a	27.3 ± 9.8 ^b	0.33	<0.001	0.24
SBP (mmHg) ⁷	128.1 ± 12.7	129.3 ± 9.5 ^{ab}	132.4 ± 15.5 ^a	124.8 ± 11.9 ^b	127.3 ± 11.8 ^{ab}	<0.01	0.07	1.00
DBP (mmHg) ⁷	77.8 ± 9.9	78.2 ± 9.9	76.7 ± 10.2	78.0 ± 10.6	78.1 ± 9.4	0.63	0.68	0.47
Subjective global assessment								
Malnutrition, n (%) ⁸	31(12.1) ²	1(1.3)	6(12.2)	12(16.9)	12(20.7)		<0.01	

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ The data are presented as number (percentage).

⁴ Two-way ANOVA was performed to compare parameters according to the DM comorbidity and GRF category. Means with different letters indicate significant differences (*P*<0.05) by Bonferroni multiple comparison test.

⁵ Fisher's exact test was performed to compare the categorical parameters (smoking, alcohol consumption) according to the DM comorbidity and GFR category.

⁶ Chi-square test was performed to compare the categorical parameters (malnutrition) according to the DM comorbidity and GFR category.

⁷ SBP and DBP data were missing in 8 subjects.

⁸ Malnourished patients were assessed using modified SGA (subjective global assessment).

2. 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 만성콩팥병 환자의 신체 특성 및 체성분 조성 비교

당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 만성콩팥병 환자의 신체 특성과 Bioelectrical Impedance analysis(BIA)를 통한 체성분 조성 비교 결과를 Table 4에 제시하였다. 연구 대상자의 키는 여성에서만 콩팥 기능에 따라 차이가 있었다. 여성에서 전체적으로 키는 Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 낮았다($P=0.02$).

연구 대상자의 체중은 여성에서만 당뇨병 동반여부에 따라 차이가 있었고, DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다 ($P=0.01$). 체질량지수는 남성과 여성 모두 당뇨병 동반여부에 따라 차이가 있었다. 남성에서 전체적으로 체질량지수는 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P=0.04$). 여성에서 전체적으로 체질량지수는 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다 ($P<0.01$). Late-CKD군에서 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.05$). 체지방량(fat mass, FM)은 남성에서만 콩팥 기능에 따라 차이가 있었다. 남성에서 전체적으로 체지방량이 Early-CKD군이 Late-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P=0.04$). 체지방률 (percent body fat, PBF)은 남성에서만 당뇨병 동반여부에 따라 차이가 있었다. 남성에서 전체적으로 체지방률이 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다 ($P=0.04$). 체지방량(fat free mass, FFM)과 골격근량(skeletal muscle mass, SMM)은 여성에서만 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따라 차이가 있었다. 체지방량과 골격근량은 전체적으로 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았고(체지방량 $P<0.01$, 골격근량 $P=0.01$), 전체적으로 Early-CKD군이 Late-CKD군에 비해 체지방량과 골격근량이 유의적으로 높았다(체지방량 $P=0.03$, 골격근량 $P=0.02$).

내장지방면적(visceral fat area, VFA)은 남성에서 전체적으로 당뇨병 동반여부에 따라 차이가 있었다. 남성에서 내장지방면적이 DM-CKD군이

Non-DM-CKD군에 비해서 높았다($P<0.01$). 여성에서는 내장지방면적이 전체적으로 당뇨병 동반여부에 따라서 차이가 있는 경향성을 보여주었다. 상완위둘레(Mid-arm circumference, MAC)는 여성에서 전체적으로 당뇨병 동반여부에 따라 차이가 있었다. DM-CKD군이 Non-DM-CKD군보다 유의적으로 더 높았다 ($P<0.01$).

위상각(phase angle, PhA)은 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따라 차이가 있었다. DM-CKD군이 Non-DM-CKD군보다 유의적으로 더 낮았고($P<0.01$), Late-CKD군이 Early-CKD군보다 유의적으로 더 낮았다($P<0.001$). 세포외수분(extracellular water, ECW)과 체수분량(total body water, TBW)은 당뇨병 동반여부에 따라 차이가 있었고, 전체적으로 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다(세포외수분 $P<0.01$, 체수분량 $P=0.02$). 세포외액(extracellular fluid, ECF)에 해당하는 세포외수분/총 체수분(ECW/TBW) 비율은 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따라 차이가 있었다. 세포외수분/총 체수분의 비율은 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군보다 유의적으로 더 높았고($P<0.001$), Late-CKD군이 Early-CKD군보다 더 높았다($P<0.001$).

골무기질량(bone mineral content, BMC)는 당뇨병 동반여부에 따라서 차이가 있는 경향성을 보여주었다. 총 체수분(total body water, TBW), 체지방비율(percent body fat, PBF), 체세포량(body cell mass, BCM), 세포내수분량(intracellular water, ICW)은 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 차이가 없었다(**Table 4**).

단백질 섭취량을 삼분위로 나누어 체성분 조성과 SGA 결과를 비교하여 **Table 5-7**에 제시하였다. 단백질 섭취량 3사분위에 속하는 환자들은 1사분위보다 위상각, 체세포량, 세포내수분, 세포외수분, 총 체수분, 골무기질량이 유의적으로 더 높았으며 세포외액은 유의적으로 더 낮은 것으로 나타났다. SGA 점수는 단백질 섭취량 1사분위보다 3사분위의 환자들이 더 높았으며, 영양불량환자의 비율은 세 군 간에 유의적인 차이가 있었고, 1사분위에서 영양불량환자의 비율이 가장 높았다(**Table 7**).

단백질을 하루에 체중 1kg 당 0.8g 미만으로 섭취한 저단백식(low-protein diet) 여부에 따라 체성분 조성파 SGA 결과를 비교하여 **Table 8-10**에 제시하였다. 남성에서 체지방량은 저단백식을 하는 환자들이 하지 않는 환자들에 비해 유의적으로 더 높았다(**Table 8**). 여성에서는 저단백식을 하지 않는 환자들보다 저단백식을 하는 환자들이 체중, 체질량지수, 체지방량, 체지방비율, 내장지방면적, 상완위둘레가 모두 유의적으로 더 높은 것으로 나타났다(**Table 9**). 저단백식 여부에 따라 SGA 점수에는 차이가 없었지만, 영양불량환자의 비율은 두 군 간에 차이가 있었으며, 저단백식을 하는 환자들에서 영양불량환자의 비율이 더 높은 것으로 나타났다(**Table 10**).

BIA의 체성분 조성 자료와 전체 환자의 SGA 점수의 상관관계를 분석한 결과를 **Table 11**에 제시하였다. BIA 자료 중 영양불량 환자의 SGA 점수와 위상각은 양의 상관성을 나타내었다($P<0.0001$). 세포외액(세포외수분과 총 체수분의 비율)은 영양불량 환자의 SGA 점수와 음의 상관성이 나타났다($P<0.0001$) (**Table 11**).

Table 4. Anthropometric characteristics and bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the subjects according to the DM comorbidity and GFR category

Parameters	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		P value ⁴		
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	DM comorbidity	GFR category	Interaction
Anthropometric parameters								
Height (cm)								
Male	168.4 ± 6.1 ²	166.9 ± 6.2	168.4 ± 6.4	168.6 ± 6.2	169.5 ± 5.5	0.20	0.30	0.51
Female	155.5 ± 5.7	157.5 ± 3.6	153.8 ± 6.8	156.5 ± 4.6	154.5 ± 6.4	0.91	0.02	0.45
Bioelectrical impedance analysis								
Weight (kg)								
Male	71.4 ± 11.5	73.2 ± 14.8	72.2 ± 11.0	71.8 ± 8.5	68.7 ± 12.1	0.23	0.31	0.43
Female	61.5 ± 10.9	65.8 ± 12.1 ^a	64.8 ± 13.3 ^{ab}	61.3 ± 8.8 ^{ab}	57.4 ± 9.3 ^b	0.01	0.18	0.50
Body mass index, BMI (kg/m ²)								
Male	25.1 ± 3.3	26.1 ± 4.0	25.4 ± 3.2	25.2 ± 2.6	23.8 ± 3.5	0.04	0.07	0.25
Female	25.4 ± 4.2	26.4 ± 4.2 ^{ab}	27.3 ± 5.0 ^a	25.0 _{ab} ± 3.7	24.1 ± 3.6 ^b	<0.01	0.72	0.26
Fat mass, FM (kg) ³								
Male	17.8 ± 7.0	19.8 ± 9.3	18.4 ± 7.1	17.9 ± 4.9	15.5 ± 6.8	0.11	0.04	0.18
Female	21.9 ± 7.4	23.3 ± 8.4	23.9 ± 9.2	21.3 ± 6.6	20.5 ± 6.1	0.10	0.74	0.71
Percent body fat, PBF (%)								
Male	24.5 ± 6.4	26.2 ± 6.8	25.3 ± 6.7	24.8 ± 5.2	22.0 ± 6.7	0.04	0.10	0.19
Female	35.0 ± 6.3	35.1 ± 5.8	36.2 ± 8.1	34.2 ± 6.0	35.1 ± 5.8	0.46	0.45	0.99
Fat free mass, FFM (kg)								
Male	53.5 ± 7.09	53.4 ± 7.5	53.8 ± 7.4	53.7 ± 6.5	53.1 ± 7.4	0.85	0.95	0.68
Female	39.4 ± 5.3	41.5 ± 5.1 ^a	40.9 ± 7.1 ^{ab}	40.0 ± 3.9 ^a	36.9 ± 4.4 ^b	<0.01	0.03	0.24
Skeletal muscle mass, SMM (kg)								
Male	29.6 ± 4.3	29.7 ± 4.4	29.4 ± 4.6	30.0 ± 3.9	29.4 ± 4.5	0.79	0.51	0.81
Female	21.2 ± 3.15	22.4 ± 3.0 ^a	21.9 ± 4.1 ^{ab}	21.6 ± 2.5 ^a	19.7 ± 2.6 ^b	0.01	0.02	0.26
Visceral fat area, VFA (cm ²) ³								
Male	77.1 ± 31.8	86.1 ± 40.0	83.6 ± 33.4	74.3 ± 22.3	66.6 ± 30.3	<0.01	0.21	0.13
Female	105.1 ± 39.5	112.8 ± 39.4	115.9 ± 46.9	99.1 ± 38.0	100.0 ± 35.6	0.08	0.89	0.99

Table 4. (Continued)

Parameters	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		<i>P</i> value ³		
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	DM comorbidity	GFR category	Interaction
Midarm circumference, MAC(cm) ³								
Male	26.0 ± 2.4	25.8 ± 4.0	25.8 ± 1.8	26.5 ± 1.8	25.7 ± 2.1	0.33	0.66	0.28
Female	23.2 ± 2.0	23.9 ± 1.9 ^a	23.9 ± 2.6 ^{ab}	23.2 ± 1.9 ^{ab}	22.4 ± 1.7 ^b	<0.01	0.14	0.26
Phase angle, PhA (degrees)	5.3 ± 0.8	5.3 ± 0.7 ^{ab}	5.0 ± 0.7 ^b	5.7 ± 0.7 ^a	5.2 ± 0.8 ^b	<0.01	<0.001	0.99
Body cell mass, BCM (kg)	31.0 ± 6.2	31.8 ± 5.8	31.7 ± 6.2	31.5 ± 5.9	29.4 ± 6.7	0.10	0.12	0.18
Intracellular water, ICW (L)	21.6 ± 4.4	22.2 ± 4.0	22.1 ± 4.4	22.0 ± 4.1	20.5 ± 4.7	0.10	0.12	0.17
Extracellular water, ECW (L)	13.6 ± 2.8	14.0 ± 2.5	14.3 ± 2.8 ^a	13.4 ± 2.7	12.9 ± 2.8 ^b	<0.01	0.71	0.25
Total body water, TBW (L)	35.0 ± 7.4	36.2 ± 6.5	36.4 ± 7.1	35.2 ± 7.2	32.9 ± 8.2	0.02	0.23	0.15
Extracellular fluid, ECF (ECW/TBW)	0.39 ± 0.001	0.39 ± 0.001 ^{ab}	0.39 ± 0.001 ^b	0.38 ± 0.001 ^c	0.39 ± 0.001 ^a	<0.001	<0.001	0.99
Bone mineral content, BCM (kg)	2.6 ± 0.5	2.7 ± 0.5	2.7 ± 0.6	2.7 ± 0.5	2.5 ± 0.5	0.05	0.23	0.19

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms.

⁴ Two-way ANOVA was performed to compare parameters according to the DM comorbidity and GRF category. Means with different letters indicate significant differences (*P*<0.05) by Bonferroni multiple comparison test.

Parameters	Tertiles of protein intake for male (n=153) ¹			P value ⁴
	Tertile 1 (n=40)	Tertile 2 (n=47)	Tertile 3 (n=66)	
Bioelectrical impedance analysis				
Weight (kg)	70.2 ± 12.8 ²	71.8 ± 7.1	71.9 ± 13.2	0.74
Body mass index, BMI (kg/m ²)	24.5 ± 3.3	25.1 ± 2.6	25.5 ± 3.8	0.36
Fat mass, FM (kg) ³	16.8 ± 6.6	17.6 ± 5.9	18.6 ± 8.0	0.39
Percent body fat, PBF (%)	23.8 ± 6.5	24.3 ± 6.8	25.2 ± 6.2	0.55

Table 5. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the male subjects according to tertiles of protein intake

Fat free mass, FFM (kg)	53.4 ± 9.0	54.0 ± 5.6	53.3 ± 6.8	0.88
Skeletal muscle mass, SMM (kg)	29.4 ± 5.5	29.9 ± 3.4	29.6 ± 4.1	0.85
Visceral fat area, VFA (cm ²) ³	75.1 ± 30.7	76.5 ± 28.9	78.8 ± 34.7	0.91
Midarm circumference, MAC(cm) ³	25.7 ± 2.2	25.8 ± 3.2	26.3 ± 2.0	0.50

¹ The subjects were classified into 3 groups according to tertiles of protein intake in male subjects.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms.

⁴ One-way ANOVA was performed to compare parameters according to tertiles of protein intake. Means with different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 6. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the female subjects according to tertiles of protein intake

Parameters	Tertiles of protein intake for female (n=103) ¹			P value ⁴
	Tertile 1 (n=45)	Tertile 2 (n=39)	Tertile 3 (n=19)	
Bioelectrical impedance analysis				
Weight (kg)	59.7 ± 12.6 ²	63.0 ± 9.7	62.4 ± 8.3	0.35
Body mass index, BMI (kg/m ²)	25.1 ± 4.9	25.7 ± 3.6	25.5 ± 3.5	0.81
Fat mass, FM (kg) ³	21.2 ± 8.6	22.6 ± 6.4	22.0 ± 6.3	0.34
Percent body fat, PBF (%)	34.8 ± 7.3	35.5 ± 4.9	34.7 ± 6.5	0.85
Fat free mass, FFM (kg)	38.1 ± 6.0	40.4 ± 4.7	40.4 ± 4.1	0.09
Skeletal muscle mass, SMM (kg)	20.4 ± 3.6	21.7 ± 2.8	21.8 ± 2.5	0.12
Visceral fat area, VFA (cm ²) ³	102.9 ± 45.2	107.4 ± 32.0	105.6 ± 40.5	0.55
Midarm circumference, MAC(cm) ³	22.9 ± 2.4	23.3 ± 1.7	23.6 ± 1.6	0.33

¹ The subjects were classified into 3 groups according to tertiles of protein intake in female subjects.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms.

⁴ One-way ANOVA was performed to compare parameters according to tertiles of protein intake. Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 7. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement and subjective global assessment (SGA) score of the all subjects according to tertiles of protein intake

Parameters	Tertiles of protein intake (n=256) ¹			P value ^{3,6}
	Tertile 1 (n=85)	Tertile 2 (n=86)	Tertile 3 (n=85)	
Bioelectrical impedance analysis				
Phase angle, PhA (degrees)	5.1 ± 0.7 ^{b 2}	5.3 ± 0.7 ^b	5.6 ± 0.8 ^a	<0.001
Body cell mass, BCM (kg)	29.3 ± 7.0 ^b	30.9 ± 5.7 ^{ab}	32.8 ± 5.5 ^a	<0.01
Intracellular water, ICW (L)	20.4 ± 4.9 ^b	21.6 ± 4.0 ^{ab}	22.9 ± 3.8 ^a	<0.01
Extracellular water, ECW (L)	13.0 ± 3.0 ^b	13.6 ± 2.4 ^{ab}	14.1 ± 2.7 ^a	0.02
Total body water, TBW (L)	33.4 ± 7.9 ^b	34.6 ± 7.8 ^{ab}	37.1 ± 6.1 ^a	<0.01
Extracellular fluid, ECF (ECW/TBW)	0.39 ± 0.01 ^b	0.39 ± 0.01 ^{ab}	0.38 ± 0.01 ^a	<0.001
Bone mineral content, BMC (kg)	2.5 ± 0.6 ^b	2.6 ± 0.4 ^{ab}	2.8 ± 0.4 ^a	<0.01
Subjective global assessment				
SGA score	6.3 ± 0.9 ^b	6.5 ± 0.7 ^{ac}	6.6 ± 0.7 ^a	0.04
Malnutrition, n (%) ⁵	18 (21.2) ⁴	7 (8.1)	6 (7.1)	<0.01

¹ The subjects were classified into 3 groups according to tertiles of protein intake in all subjects.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ One-way ANOVA was performed to compare parameters according to tertiles of protein intake. Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

⁴ The data are presented as number (percentage).

⁵ Malnourished patients were assessed using modified SGA (subjective global assessment).

⁶ Chi-square test was performed to compare the categorical parameters (malnutrition) according to tertiles of protein intake.

Table 8. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the male subjects according to low-protein diet (0.8g/kg/day)

Parameters	Male(n=153) ¹		P value ⁴
	Low-protein diet (n=36)	Non- low-protein diet (n=117)	
Bioelectrical impedance analysis			
Weight (kg)	74.2 ± 11.5 ²	70.6 ± 11.4	0.10
Body mass index, BMI (kg/m ²)	25.4 ± 2.8	25.0 ± 3.5	0.59
Fat mass, FM (kg) ³	18.4 ± 6.3	17.7 ± 7.3	0.47
Percent body fat, PBF (%)	24.8 ± 5.6	24.5 ± 6.7	0.78
Fat free mass, FFM (kg)	55.8 ± 8.2	52.9 ± 6.6	0.03
Skeletal muscle mass, SMM (kg)	30.9 ± 5.1	29.3 ± 4.0	0.09
Visceral fat area, VFA (cm ²) ³	81.6 ± 28.4	75.7 ± 32.8	0.10
Midarm circumference, MAC(cm) ³	26.4 ± 2.0	25.9 ± 2.6	0.21

¹ The subjects were classified into 2 groups according to low-protein diet in male subjects.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms.

⁴ One-way ANOVA was performed to compare parameters according to tertiles of protein intake. Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 9. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement of the female subjects

Parameters	Female(n=103) ¹		P value ⁴
	Low-protein diet (n=29)	Non- low-protein diet (n=74)	
Bioelectrical impedance analysis			
Weight (kg)	66.5 ± 15.0 ²	59.5 ± 8.1	0.02
Body mass index, BMI (kg/m ²)	27.4 ± 5.8	24.6 ± 3.1	0.02
Fat mass, FM (kg) ³	25.3 ± 10.4	20.6 ± 5.3	0.03
Percent body fat, PBF (%)	37.1 ± 7.3	34.3 ± 5.7	0.04
Fat free mass, FFM (kg)	40.7 ± 6.5	38.9 ± 4.7	0.19
Skeletal muscle mass, SMM (kg)	22.0 ± 3.9	20.8 ± 2.8	0.12
Visceral fat area, VFA (cm ²) ³	121.2 ± 51.2	98.8 ± 32.0	0.03
Midarm circumference, MAC(cm) ³	24.1 ± 2.7	22.8 ± 1.6	0.03

according to low-protein diet (0.8g/kg/day)

¹ The subjects were classified into 2 groups according to low-protein diet in female subjects.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms.

⁴ One-way ANOVA was performed to compare parameters according to tertiles of protein intake. Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 10. Bioelectrical impedance analysis (BIA) measurement and subjective global

Parameters	All(n=256) ¹		P value ^{3,6}
	Low-protein diet (n=65)	Non- low-protein diet (n=191)	
Bioelectrical impedance analysis			
Phase angle, PhA (degrees)	5.2 ± 0.7 ²	5.3 ± 0.8	0.38
Body cell mass, BCM (kg)	31.7 ± 7.0	30.7 ± 6.0	0.26
Intracellular water, ICW (L)	22.2 ± 4.9	21.5 ± 4.2	0.24
Extracellular water, ECW (L)	14.0 ± 3.0	13.4 ± 2.7	0.11
Total body water, TBW (L)	36.2 ± 7.8	34.6 ± 7.3	0.14
Extracellular fluid, ECF (ECW/TBW)	0.388 ± 0.01	0.386 ± 0.01	0.07
Bone mineral content, BMC (kg)	2.7 ± 0.6	2.6 ± 0.5	0.32
Subjective global assessment			

assessment (SGA) score of all subjects according to low protein diet (0.8g/kg/day)

SGA score	6.4 ± 0.9	6.5 ± 0.7	0.46
Malnutrition, n (%) ⁵	13(20.0) ⁴	18(9.42)	0.02

¹ The subjects were classified into 2 groups according to low-protein diet in all subjects.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ One-way ANOVA was performed to compare parameters according to tertiles of protein intake. Means with different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

⁴ The data are presented as number (percentage).

⁵ Malnourished patients were assessed using modified SGA (subjective global assessment).

⁶ Chi-square test was performed to compare the categorical parameters (malnutrition) according to low-protein diet.

Table 11. Pearson's correlation coefficients between BIA data and SGA score

Parameters	SGA score (n=256)	*signifi cant at the 0.5 level.
Phase angle, PhA (degrees)	0.55*	
Intracellular water, ICW (L)	0.33*	
Extracellular water, ECW (L)	0.23*	
Total body water, TBW (L)	0.28*	
Extracellular fluid, ECF (ECW/TBW)	-0.52*	
Body cell mass, BCM (kg)	0.33*	
Bone mineral content, BMC (kg)	0.27*	
Midarm circumference, MAC (cm)	0.33*	
Fat free mass, FFM (kg)	0.31*	
Fat mass, FM (kg)	0.14	
Percent body fat, PBF (%)	-0.01	
Skeletal muscle mass, SMM (kg)	0.33	
Visceral fat area, VFA (cm ²)	0.01	

3. 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 만성콩팥병 환자의 임상적 특성 및 생화학적 특성 비교

당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 만성콩팥병 환자의 생화학적 특성 비교 결과를 Table 12에 제시하였다. 지표에 따라 수치가 정상 범위를 벗어나는 군이 있었다. 혈당의 경우 DM-CKD군에서 정상 범위에 있지 않았다. 혈당은 콩팥 기능과 관계없이 당뇨병 동반 여부에 따라 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P < 0.001$). Early-CKD군과 Late-CKD군 모두 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 혈당이 높았다($P < 0.01$).

크레아티닌은 Late-CKD군이 정상 범위를 벗어났고, 성별과 당뇨병 동반 여부와 관계없이 콩팥 기능에 따라 Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P < 0.001$). 혈중 요소 질소는 Late-CKD군이 정상 범위를 벗어났고, 당뇨병 동반여부와 관계없이 Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P < 0.001$). 요산의 경우 Late-DM-CKD군만 정상 범위를 벗어났으며, 당뇨병 동반 여부와 관계없이 Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P < 0.01$).

적혈구, 헤모글로빈은 남성과 여성 전체에서 Late-CKD군이 정상 범위를 벗어났다. 성별과 당뇨병 동반여부와 관계없이 Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 낮았다(전체 $P < 0.001$). 알부민은 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능 요인 간에 교호작용이 있었다(Table 12).

Table 12. Biochemical characteristics of the subjects according to the DM comorbidity and GFR category

Parameters	Total Total (n=255)	DM-CKD ¹ (n=107)		Non-DM-CKD ¹ (n=148)		P value ³			Normal range
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 77)	Late-CKD ¹ (n = 71)	DM comorbidity	GFR category	Interaction	
Biochemical parameters									
Glucose (mg/dL)	114.5 ± 30.7 ²	127.3 ± 28.7 ^a	138.0 ± 45.6 ^a	101.7 ± 10.4 ^b	100.6 ± 9.8 ^b	<0.001	0.17	0.38	70.0-110.0
Total protein (g/dL)	7.3 ± 0.5	7.4 ± 0.5	7.2 ± 0.5	7.3 ± 0.4	7.3 ± 0.5	0.96	0.07	0.06	6.0-8.0
Albumin (g/dL)	4.2 ± 0.6	4.3 ± 0.3 ^a	4.1 ± 0.4 ^c	4.2 ± 0.3 ^{ab}	4.2 ± 0.3 ^b	0.57	<0.001	<0.01	3.3-5.2
BUN (mg/dL)	26.9 ± 15.3	18.5 ± 6.8 ^b	35.0 ± 17.3 ^a	16.4 ± 4.3 ^b	37.4 ± 14.8 ^a	0.24	<0.001	0.06	10.0-26.0
Uric acid (mg/dL)	6.6 ± 1.8	6.3 ± 1.7 ^b	7.3 ± 1.8 ^a	6.3 ± 1.7 ^b	6.6 ± 2.0 ^{ab}	0.06	<0.01	0.21	3.0-7.0
Creatinine (mg/dL)									
Male	1.83 ± 0.88	1.2 ± 0.3 ^b	2.3 ± 0.7 ^a	1.3 ± 0.2 ^b	2.6 ± 1.0 ^a	0.70	<0.001	0.15	0.9-1.3
Female	1.64 ± 1.02	0.8 ± 0.2 ^b	2.4 ± 1.0 ^a	0.8 ± 0.2 ^b	2.3 ± 0.8 ^a	0.96	<0.001	0.57	0.6-1.1
Cholesterol (mg/dL)	175.1 ± 36.8	171.0 ± 37.6 ^{ab}	165.2 ± 41.1 ^b	184.7 ± 36.1 ^a	175.6 ± 30.9 ^{ab}	<0.01	0.06	0.99	0-240.0
Total bilirubin (mg/dL)	0.7 ± 0.3	0.7 ± 0.3 ^b	0.6 ± 0.2 ^c	0.8 ± 0.3 ^{ab}	0.6 ± 0.2 ^c	0.03	<0.001	0.72	0.2-1.2
AST (IU/L)	22.9 ± 10.6	22.7 ± 7.9	23.5 ± 10.3	24.2 ± 15.0	21.1 ± 5.7	0.73	0.26	0.25	0-40.0
ALT (IU/L)	21.4 ± 11.4	23.0 ± 11.3 ^a	22.7 ± 13.9 ^a	22.6 ± 10.3 ^a	17.9 ± 9.6 ^b	0.09	<0.01	0.06	0-40.0
ALP (IU/L)	69.1 ± 23.7	62.0 ± 15.3 ^b	81.7 ± 31.7 ^c	60.2 ± 16.0 ^{ab}	73.4 ± 22.7 ^c	0.03	<0.001	0.99	30.0-115.0

	(n=255)	Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 77)	Late-CKD ¹ (n = 71)	DM comorbidity	GFR category	Interaction	Normal range
WBC ⁵	6.9 ± 1.7	6.8 ± 1.6	7.5 ± 2.0	6.7 ± 1.5	6.8 ± 1.8	0.03	0.11	0.19	4.0-10.0
RBC ⁵									
Male	4.31 ± 0.63	4.5 ± 0.7 ^{ab}	4.1 ± 0.6 ^b	4.7 ± 0.4 ^a	4.1 ± 0.6 ^b	0.19	<0.001	0.99	4.2-6.3
Female	4.03 ± 0.63	4.4 ± 0.3 ^a	3.9 ± 0.5 ^c	4.3 ± 0.5 ^c	3.8 ± 0.4 ^b	0.33	<0.001	0.48	4.0-5.4
Hemoglobin (g/dL) ⁵									
Male	13.33 ± 1.90	14.0 ± 1.8 ^a	12.4 ± 1.9 ^b	14.6 ± 1.4 ^a	12.6 ± 1.6 ^b	0.06	<0.001	0.99	13.0-17.0
Female	12.08 ± 1.47	13.1 ± 1.3 ^a	11.5 ± 1.3 ^{ab}	13.0 ± 1.3 ^a	11.4 ± 1.2 ^b	0.67	<0.001	0.71	12.0-16.0
Platelet (10 ³ /μl) ⁵									
Calcium (mg/dL)	9.2 ± 0.4	9.4 ± 0.4 ^a	9.2 ± 0.5 ^b	9.3 ± 0.3 ^a	9.1 ± 0.4 ^b	0.21	<0.001	0.21	8.8-10.5
Phosphorus (mg/dL)	3.6 ± 0.6	3.5 ± 0.5 ^b	3.8 ± 0.7 ^a	3.4 ± 0.5 ^b	3.7 ± 0.7 ^{ab}	0.23	<0.001	0.99	2.5-4.5
Sodium (mEq/L) ⁵	141.0 ± 2.3	141.2 ± 2.3	140.7 ± 2.6	141.2 ± 2.5	141.1 ± 1.9	0.43	0.36	0.41	135.0-145.0
Potassium (eEq/L) ⁵	4.7 ± 0.6	4.5 ± 0.4 ^b	5.0 ± 0.7 ^a	4.4 ± 0.4 ^b	5.1 ± 0.6 ^a	0.16	<0.001	0.43	3.5-5.5

Table 12. (Continued)

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² The data are presented as means ± standard deviation.

³ Twoway ANOVA was performed to compare parameters according to the DM comorbidity and GRF category. Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

⁴ 36 WBC, 53 RBC, 35 hemoglobin, 36 platelet, 4 sodium, and 4 potassium data were missing in subjects.

⁵ Except for WBC, RBC, hemoglobin, platelet, cholesterol and uric acid parameters, other parameters were analyzed following log transformation of the data.

4. 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능에 따른 만성콩팥병 환자의 영양소 섭취에 기여하는 급원식품 비교

실제로 특정 식품 종류를 섭취한 환자와 섭취하지 않은 환자의 비율 그리고 실제로 섭취한 환자들의 식품 평균 섭취량을 전체 평균과 함께 Table 13에 제시하였다. 에너지와 단백질, 인, 칼륨, 나트륨 종류 별로 영양소 별로 기여하는 급원식품의 섭취 기여도를 1순위부터 10순위까지 조사하여 Table 14-18에 제시하였다.

에너지 섭취량에 가장 기여가 큰 급원식품은 순서대로 정제곡류($34.9 \pm 0.8\%$), 적색육($7.1 \pm 0.4\%$), 통곡류($7.1 \pm 0.6\%$), 과일류($5.7 \pm 0.3\%$), 두류($4.5 \pm 0.3\%$), 유지류($4.3 \pm 0.2\%$), 생선류($3.6 \pm 0.2\%$), 익힌 채소류($2.7 \pm 0.1\%$), 감자·전분류($2.7 \pm 0.2\%$), 난류($2.5 \pm 0.1\%$)였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 에너지 섭취량의 75.1%를 섭취하였다.

정제곡류의 섭취 기여도는 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 낮았고($P<0.01$), Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.01$). 통곡류의 섭취 기여도는 Early-CKD군에서만 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.001$). 두류의 섭취 기여도는 Early-CKD군에서만 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.01$). 적색육, 과일류, 유지류, 생선류, 익힌 채소류, 감자·전분류, 난류는 네 군 간에 차이가 없었다(Table 14).

단백질 섭취량에 가장 기여가 큰 급원식품은 순서대로 정제곡류($17.1 \pm 0.5\%$), 적색육($13.0 \pm 0.7\%$), 생선류($12.9 \pm 0.6\%$), 두류($8.5 \pm 0.5\%$), 난류($5.4 \pm 0.3\%$), 통곡류($4.9 \pm 0.4\%$), 해산물($4.5 \pm 0.4\%$), 익힌 채소류($4.3 \pm 0.2\%$), 가금류($4.2 \pm 0.5\%$), 양념류($3.5 \pm 0.1\%$)였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 단백질 섭취량의 78.3%를 섭취하였다.

정제곡류의 섭취 기여도는 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 낮았고($P=0.02$), Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P=0.03$). 두류의 섭취 기여도는 Early-CKD군에서만 DM-CKD군이

Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.01$). 통곡류의 섭취 기여도는 Early-CKD군에서만 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.01$). 해산물의 섭취 기여도는 네 군 간의 차이는 있었으나($P<0.05$), 적색육, 생선류, 난류, 익힌 채소류, 가금류, 양념류는 네 군 간에 차이가 없었다(**Table 15**).

인 섭취량에 가장 기여가 큰 급원식품은 순서대로 정제곡류($13.3 \pm 0.4\%$), 생선류($11.9 \pm 0.6\%$), 두류($8.4 \pm 0.5\%$), 적색육($7.9 \pm 0.4\%$), 통곡류($7.1 \pm 0.6\%$), 익힌 채소류($6.2 \pm 0.2\%$), 난류($5.6 \pm 0.3\%$), 과일류($4.6 \pm 0.4\%$), 우유($4.6 \pm 0.5\%$), 양념류($4.0 \pm 0.1\%$)였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 인 섭취량의 73.6%를 섭취하였다.

정제곡류의 섭취 기여도는 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 낮았고($P<0.01$), Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P=0.02$). 두류의 섭취 기여도는 Early-CKD군에서 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.001$). 통곡류의 섭취 기여도는 Early-CKD군에서 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.001$). 생선류, 적색육, 익힌 채소류, 난류, 과일류, 우유, 양념류는 네 군 간에 차이가 없었다(**Table 16**).

칼륨 섭취량에 가장 기여가 큰 급원식품은 순서대로 익힌 채소류($13.6 \pm 0.5\%$), 과일류($13.6 \pm 0.8\%$), 감자·전분류($6.7 \pm 0.5\%$), 정제곡류($6.7 \pm 0.3\%$), 염장 채소류($6.5 \pm 0.4\%$), 두류($6.1 \pm 0.5\%$), 양념류($5.5 \pm 0.2\%$), 적색육($4.9 \pm 0.3\%$), 통곡류($4.7 \pm 0.6\%$), 생채소류($4.6 \pm 0.3\%$)였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 칼륨 섭취량의 72.9%를 섭취하였다.

두류의 섭취 기여도는 Early-CKD군에서만 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.001$). 통곡류의 섭취 기여도는 Late-CKD군에서만 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다($P<0.001$). 익힌 채소류($P=0.08$), 과일류($P=0.08$), 감자·전분류($P=0.06$)는 네 군 간의 차이가 경향성을 보였다. 정제곡류, 염장채소류, 두류, 양념류, 적색육, 통곡류, 생채류는 네 군 간에 차이가 없었다(**Table 17**).

나트륨 섭취량에 가장 기여가 큰 급원식품은 양념류($56.6 \pm 1.0\%$), 염장채소류($11.0 \pm 0.6\%$), 정제곡류($7.8 \pm 0.6\%$), 생선류($3.1 \pm 0.3\%$), 해조류($2.8 \pm 0.2\%$), 난류($1.5 \pm 0.1\%$), 가공육류($1.5 \pm 0.3\%$), 해산물($1.5 \pm 0.2\%$), 가공어류($1.4 \pm 0.2\%$), 통곡류($1.4 \pm 0.2\%$)였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 나트륨 섭취량의 88.6%를 섭취하였다.

가공육류의 섭취 기여도는 Late-CKD군이 Early-CKD군보다 섭취 기여도가 낮았다($P=0.02$). 통곡류의 섭취 기여도는 네 군 간에 차이가 있었으나, ($P=0.03$), 양념류, 염장채소류, 정제곡류, 생선류, 해조류, 난류, 해산물, 가공어류는 네 군 간에 차이가 없었다(**Table 18**).

Table 13. Distribution of food-consumers and non-food consumers and mean amount of foods intake

No	Food	Total	Food intake (g or ml) ¹	Food consumption, n (%)	Food intake (g or ml) ²	Non-food consumption, n (%)
1	Refined grains(g)	256	179.2	253 (98.8)	181.3	3 (1.2)
2	Whole grains(g)	256	38.5	187 (73.0)	52.7	69 (27.0)
3	Snacks(g)	256	12.1	87 (34.0)	35.6	169 (66.0)
4	Potato and starch(g)	256	44.1	218 (85.2)	51.8	38 (14.8)
5	Breads(g)	256	10.7	86 (33.6)	31.9	170 (66.4)
6	Sweets(g)	256	7.7	245 (95.7)	8.1	11 (4.3)
7	Legumes(g)	256	54.0	230 (89.8)	60.1	26 (10.2)
8	Seeds and nuts(g)	256	14.9	243 (94.9)	15.7	13 (5.1)
9	Raw vegetables(g)	256	51.9	245 (95.7)	54.3	11 (4.3)
10	Cooked vegetables(g)	256	127.2	255 (99.6)	127.7	1 (0.4)
11	Mushroom(g)	256	5.9	120 (46.9)	12.6	136 (53.1)
12	Fruits(g)	256	216.4	234 (91.4)	236.8	22 (8.6)
13	Salted vegetables(g)	256	82.5	249 (97.3)	84.9	7 (2.7)
14	Red meat(g)	256	48.1	235 (91.8)	52.4	21 (8.2)
15	Processed red meat(g)	256	7.4	88 (34.4)	21.5	168 (65.6)
16	Meat byproducts(g)	256	3.5	30 (11.7)	30.2	226 (88.3)
17	Poultry(g)	256	16.2	74 (28.9)	56.2	182 (77.1)
18	Eggs(g)	256	30.9	231 (90.2)	34.2	25 (9.8)
19	Fish(g)	256	39.7	235 (91.8)	43.2	21 (8.2)
20	Processed fish(g)	256	7.1	87 (34.0)	21.0	169 (66.0)
21	Seafood(g)	256	19.7	159 (62.1)	31.8	97 (37.9)
22	Seaweed(g)	256	4.6	209 (81.6)	5.7	47 (18.4)
23	Milk(g)	256	55.9	106 (41.4)	135.1	150 (58.6)
24	Dairy products(g)	256	23.8	110 (43.0)	55.4	146 (57.0)
25	Fat and oils(g)	256	8.1	255 (99.6)	8.1	1 (0.4)
26	Tea and coffee	256	115.4	182 (71.1)	162.3	74 (28.9)
27	Alcohol(ml)	256	29.8	110 (43.0)	69.3	146 (57.0)
28	Other(ml) beverages(ml)	256	23.2	65 (25.4)	91.5	191 (74.6)
29	Seasoning(g)	256	28.2	255 (99.6)	28.3	1 (0.4)
30	Added sauce(g)	256	2.9	100 (39.1)	7.4	156 (60.9)

¹It is the mean intake of all 256 subjects, including those who did not consume food.

²It is the mean intake of food consumers in practice.

Table 14. Percent contribution of major food sources to energy intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category

Ranking (% of Energy/d)	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		P value
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	
1 Refined grains	34.9 ² ± 0.8 ³	29.8 ± 1.9 ^b	34.5 ± 1.8 ^{ab}	33.9 ± 1.4 ^{ab}	39.8 ± 1.6 ^a	<0.001
2 Red meat ⁵	7.1 ± 0.4	8.5 ± 0.9	6.1 ± 0.7	7.7 ± 0.8	6.4 ± 0.6	0.12
3 Whole grains ⁶	7.1 ± 0.6	10.2 ± 1.2 ^a	8.8 ± 1.4 ^{ab}	5.5 ± 0.8 ^b	5.2 ± 1.0 ^b	<0.001
4 Fruits ⁵	5.7 ± 0.3	5.3 ± 0.7	4.7 ± 0.6	6.6 ± 0.7	5.9 ± 0.5	0.25
5 Legumes ⁶	4.5 ± 0.3	6.0 ± 0.7 ^a	5.6 ± 0.8 ^{ab}	3.5 ± 0.4 ^b	3.7 ± 0.5 ^b	0.01
6 Fat and oils ⁵	4.3 ± 0.2	4.1 ± 0.3	4.5 ± 0.4	4.3 ± 0.3	4.2 ± 0.3	0.93
7 Fish ⁵	3.6 ± 0.2	3.2 ± 0.4	3.9 ± 0.5	3.6 ± 0.4	3.7 ± 0.5	0.90
8 Cooked vegetables ⁴	2.7 ± 0.1	2.7 ± 0.2	2.7 ± 0.3	2.6 ± 0.2	2.8 ± 0.2	0.72
9 Potato and starch ⁶	2.7 ± 0.2	1.9 ± 0.4	4.0 ± 0.7	2.6 ± 0.4	2.3 ± 0.4	0.14
10 Eggs ⁶	2.5 ± 0.1	2.6 ± 0.3	2.1 ± 0.2	2.6 ± 0.2	2.8 ± 0.3	0.45

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² % of total energy intake.

³ The data are presented as means ± SEM (standard error mean).

⁴ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms and one-way ANOVA was used.

⁵ The variable was analyzed after transformed to square root and one-way ANOVA was used.

⁶ Kruskal-Wallis test was used.

Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 15. Percent contribution of major food sources to protein intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category

Ranking (% of Protein/d)	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		P value
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	
1 Refined grains ⁶	17.1 ² ± 0.5 ³	14.5 ± 1.1 ^b	16.5 ± 1.0 ^{ab}	16.7 ± 0.9 ^{ab}	19.7 ± 1.0 ^a	<0.01
2 Fish ⁶	13.0 ± 0.7	11.7 ± 1.3	14.0 ± 1.4	12.9 ± 1.2	12.7 ± 1.4	0.76
3 Red meat ⁶	12.9 ± 0.6	14.4 ± 1.4	11.9 ± 1.2	13.2 ± 1.3	12.6 ± 1.1	0.49
4 Legumes ⁶	8.5 ± 0.5	10.8 ± 1.2 ^a	10.4 ± 1.4 ^{ab}	6.7 ± 0.8 ^b	7.3 ± 0.9 ^{ab}	<0.01
5 Eggs ⁶	5.4 ± 0.3	5.00 ± 0.5	4.6 ± 0.6	5.3 ± 0.5	6.4 ± 0.8	0.38
6 Whole grains ⁶	4.9 ± 0.4	6.4 ± 0.7 ^a	6.2 ± 1.0 ^{ab}	3.9 ± 0.6 ^b	3.9 ± 0.7 ^b	<0.001
7 Seafood ⁴	4.5 ± 0.4	3.7 ± 0.8	4.0 ± 1.0	5.3 ± 0.8	4.6 ± 0.8	<0.05
8 Cooked vegetables ⁴	4.3 ± 0.2	4.2 ± 0.3	4.1 ± 0.4	4.3 ± 0.2	4.7 ± 0.4	0.67
9 Poultry ⁴	4.2 ± 0.5	5.2 ± 1.3	5.1 ± 1.5	4.4 ± 0.9	2.7 ± 0.8	0.25
10 Seasoning ⁵	3.5 ± 0.1	3.7 ± 0.3	3.5 ± 0.2	3.5 ± 0.2	3.5 ± 0.3	0.85

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² % of total protein intake.

³ The data are presented as means ± SEM (standard error mean).

⁴ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms and one-way ANOVA was used.

⁵ The variable was analyzed after transformed to square root and one-way ANOVA was used.

⁶ Kruskal-Wallis test was used.

Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 16. Percent contribution of major food sources to phosphorus intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category

Ranking (% of Phosphorus/d)	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		P value
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	
1 Refined grains ⁵	13.3 ² ± 0.4 ³	11.1 ± 0.9 ^b	12.3 ± 1.0 ^{ab}	13.1 ± 0.8 ^{ab}	15.9 ± 0.9 ^a	<0.001
2 Fish ⁵	11.9 ± 0.6	11.1 ± 1.1	12.0 ± 1.4	12.7 ± 1.2	11.6 ± 1.2	0.85
3 Legumes ⁵	8.4 ± 0.5	11.4 ± 1.2 ^a	9.5 ± 1.4 ^{ab}	6.8 ± 0.8 ^b	7.2 ± 0.9 ^b	<0.01
4 Red meat ⁵	7.9 ± 0.4	8.7 ± 0.9	7.1 ± 0.9	8.2 ± 0.8	7.8 ± 0.7	0.44
5 Whole grains ⁵	7.1 ± 0.6	9.5 ± 1.2 ^a	9.4 ± 1.8 ^{ab}	5.9 ± 1.1 ^b	5.0 ± 0.9 ^b	<0.001
6 Cooked vegetables ⁴	6.2 ± 0.2	5.9 ± 0.4	5.8 ± 0.6	6.0 ± 0.4	6.8 ± 0.5	0.71
7 Eggs ⁵	5.6 ± 0.3	5.1 ± 0.5	5.1 ± 0.8	5.5 ± 0.5	6.5 ± 0.7	0.25
8 Fruits ⁴	4.6 ± 0.4	3.8 ± 0.7	4.3 ± 0.9	4.6 ± 0.6	5.5 ± 1.1	0.87
9 Milk ⁵	4.6 ± 0.5	4.4 ± 0.9	5.7 ± 1.4	4.6 ± 0.9	3.9 ± 0.9	0.94
10 Seasoning ⁵	4.0 ± 0.1	4.1 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.0 ± 0.2	3.7 ± 0.2	0.90

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² % of total phosphorus intake.

³ The data are presented as means ± SEM (standard error mean).

⁴ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms and one-way ANOVA was used.

⁵ Kruskal-Wallis test was used.

Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 17. Percent contribution of major food sources to potassium intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category

Ranking (% of Potassium/d)	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		P value
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	
1 Cooked vegetables ⁴	13.6 ² ± 0.5 ³	14.6 ± 1.1	11.4 ± 1.0	13.8 ± 0.8	14.6 ± 1.1	0.08
2 Fruits ⁴	13.6 ± 0.8	12.3 ± 1.7	10.8 ± 1.5	15.1 ± 1.5	15.1 ± 1.6	0.08
3 Potato and starch ⁵	6.7 ± 0.5	4.2 ± 0.9	9.2 ± 1.5	6.6 ± 0.9	6.6 ± 1.0	0.06
4 Refined grains ⁴	6.7 ± 0.3	5.9 ± 0.5 ^b	6.6 ± 0.7 ^{ab}	6.5 ± 0.4 ^{ab}	7.7 ± 0.4 ^a	<0.05
5 Salted vegetables ⁵	6.5 ± 0.4	6.3 ± 0.7	7.8 ± 0.9	6.3 ± 0.6	5.9 ± 0.7	0.52
6 Legumes ⁵	6.1 ± 0.5	8.6 ± 1.1 ^a	7.3 ± 1.1 ^{ab}	4.9 ± 0.7 ^b	4.8 ± 0.7 ^b	<0.01
7 Seasoning ⁴	5.5 ± 0.2	5.5 ± 0.4	5.3 ± 0.4	5.7 ± 0.3	5.3 ± 0.3	0.76
8 Red meat ⁴	4.9 ± 0.3	5.5 ± 0.6	4.6 ± 0.7	5.0 ± 0.5	4.5 ± 0.4	0.40
9 Whole grains ⁵	4.7 ± 0.6	5.4 ± 0.7 ^{ab}	7.1 ± 1.8 ^a	3.9 ± 1.1 ^b	3.1 ± 0.6 ^b	<0.001
10 Raw vegetables ⁵	4.6 ± 0.3	5.0 ± 0.7	4.1 ± 0.5	4.2 ± 0.5	5.2 ± 0.7	0.69

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² % of total potassium intake.

³ The data are presented as means ± SEM (standard error mean).

⁴ The variable was analyzed after transformed to square root and one-way ANOVA was used.

⁵ Kruskal-Wallis test was used.

Means with different letters indicate significant differences ($P<0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

Table 18. Percent contribution of major food sources to sodium intake of CKD patients according to the DM comorbidity and GFR category

Ranking (% of Sodium/d)	Total (n=256)	DM-CKD ¹ (n= 107)		Non-DM-CKD ¹ (n= 149)		P value
		Early-CKD ¹ (n = 49)	Late-CKD ¹ (n = 58)	Early-CKD ¹ (n = 78)	Late-CKD ¹ (n = 71)	
1 Seasoning ⁶	56.6 ² ± 1.0 ³	57.0 ± 1.9	49.7 ± 2.5	56.0 ± 1.5	54.3 ± 1.9	0.29
2 Salted vegetables ⁴	11.0 ± 0.6	10.1 ± 1.1	13.2 ± 1.4	10.5 ± 1.0	10.4 ± 1.1	0.53
3 Refined grains ⁶	7.8 ± 0.6	8.1 ± 1.4	8.9 ± 1.6	7.2 ± 0.9	7.3 ± 1.0	0.98
4 Fish ⁶	3.1 ± 0.3	2.7 ± 0.5	3.6 ± 0.6	2.9 ± 0.3	3.2 ± 0.6	0.60
5 Seaweed ⁶	2.8 ± 0.2	2.6 ± 0.6	2.8 ± 0.6	3.2 ± 0.5	2.4 ± 0.4	0.74
6 Eggs ⁵	1.5 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.2 ± 0.2	1.5 ± 0.2	2.0 ± 0.4	0.21
7 Processed red meat ⁴	1.5 ± 0.3	1.4 ± 0.4 ^{ab}	0.5 ± 0.2 ^b	2.1 ± 0.4 ^a	1.8 ± 0.7 ^{ab}	0.02
8 Seafood ⁴	1.5 ± 0.2	1.1 ± 0.3	1.5 ± 0.5	1.4 ± 0.2	1.8 ± 0.4	0.23
9 Processed fish ⁶	1.4 ± 0.2	1.3 ± 0.3	1.2 ± 0.4	1.7 ± 0.4	1.2 ± 0.4	0.14
10 Whole grains ⁴	1.4 ± 0.2	1.6 ± 0.6	1.4 ± 0.5	1.0 ± 0.3	1.6 ± 0.4	0.03

¹ The subjects were classified into 4 groups according to DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function.

² % of total sodium intake.

³ The data are presented as means ± SEM (standard error mean).

⁴ The variable was analyzed after transformed to natural logarithms and one-way ANOVA was used.

⁵ The variable was analyzed after transformed to square root and one-way ANOVA was used.

⁶ Kruskal-Wallis test was used.

Means with different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) by Bonferroni multiple comparison test.

5. 식품 섭취량 비교

30 종류의 급원식품을 8개 식품군으로 분류한 기준을 Table 19에 나타내었다. 30 종류의 급원식품 섭취량과 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능으로 구분된 군과의 연관성을 Table 20-24에 제시하였다. Early-Non-DM군을 기준으로 Early-DM군, Late-Non-DM군, Late-DM군과의 연관성을 비교하였다.

곡류의 연령 보정 모델에서 Early-DM군과 Early-Non-DM군을 비교했을 때, Early-DM군은 통곡류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 4.35배(95% 신뢰구간:1.61-11.75; P for trend<0.01)였다. 곡류의 다변량 보정 모델에서 Late-Non-DM군은 정제곡류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 2.70배(95% 신뢰구간:1.05-6.98; P for trend<0.05)였다. Early-DM군은 통곡류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈가 3.88배(95% 신뢰구간:1.41-10.66; P for trend<0.01)였다 (Table 20).

어육류의 연령 보정 모델에서 Late-DM군은 해산물의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 0.31배(95% 신뢰구간:0.13-0.72; P for trend<0.01)였다. Early-DM군은 두류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 5.75배(95% 신뢰구간:2.00-16.53; P for trend<0.01)였다. 어육류의 다변량 보정 모델에서 Late-DM군은 해산물의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 0.35배(95% 신뢰구간:0.14-0.84; P for trend=0.02)였다. Early-DM군은 두류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 5.07배(95% 신뢰구간:1.72-14.91; P for trend<0.01)였다 (Table 21).

채소류와 과일류의 연령 보정 모델에서 Late-Non-DM군은 엽장 채소류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 0.35배(95% 신뢰구간:0.15-0.80; P for trend<0.01)였다. 채소류와 과일류의 다변량 보정 모델에서 Late-Non-DM군은 엽장채소류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 0.43배(95% 신뢰구간:0.18-1.03; P for trend=0.04)였다. Early-DM군은 과일군의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 0.36배(95% 신뢰구간:0.15-0.91; P for trend=0.03)였다(Table 22).

조미료와 음료류의 연령 보정 모델에서 Late-Non-DM군은 차/커피류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 0.27배(95% 신뢰구간:0.20-0.98; P for trend<0.01)였다. 조미료와 음료류의 다변량 보정 모델에서 Late-Non-DM군은 차와 커피류의 섭취가 1분위수에 비해 3분위수에서 오즈비가 0.29배(95% 신뢰구간:0.12-0.70; P for trend<0.01)였다(**Table 24**).

Table 19. Food group category

No	Food group	Subgroups
1	Grains	Refined grains, whole grains, potato and starch and bread
2	Meat/fish/poultry	Red meat, processed red meat, meat byproducts, poultry, egg, fish, processed fish, seafood and legume
3	Vegetables	Raw vegetables, cooked vegetables, salted vegetables, mushroom and seaweed
4	Fruits	Fruits
5	Milk/dairy	Milk and dairy
6	Fat/sweets	Fat and oils, sweets, snacks, seeds and nuts
7	Condiment	Seasoning and sauce
8	Beverages	Tea and coffee, alcohol and other beverages

Table 20. Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of grains food group

Grains	Tertile	Early-Non-DM-CKD ¹ (n=78)	Early-DM-CKD (n=49)		Late-Non-DM-CKD (n=71)		Late-DM-CKD (n=58)	
		Reference	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate-adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate-adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate-adjusted model ² OR (95% CIs)
Refined grains(g)	<135 (n=84)	1	1	1	1	1	1	1
	135-207 (n=87)	1	0.60 (0.23-1.53)	0.46 (0.17-1.22)	1.90 (0.83-4.33)	2.55* (1.07-6.08)	2.49* (1.05-5.92)	3.12* (1.26-7.74)
	207< (n=85)	1	0.84 (0.36-1.94)	0.54 (0.21-1.41)	1.44 (0.64-3.26)	2.70* (1.05-6.98)	1.09 (0.44-2.71)	1.65 (0.59-4.64)
	<i>P_{trend}</i> ³	-	0.65	0.22	0.45	<0.05	0.94	0.38
Whole grains(g)	<4 (n=86)	1	1	1	1	1	1	1
	4-40 (n=85)	1	1.70 (0.62-4.64)	1.58 (0.57-4.40)	0.52 (0.24-1.13)	0.59 (0.27-1.29)	1.09 (0.47-2.53)	1.16 (0.49-2.74)
	40< (n=85)	1	4.35* (1.61-11.75)	3.88* (1.41-10.66)	0.75 (0.33-1.71)	0.88 (0.37-2.05)	1.48 (0.61-3.61)	1.71 (0.68-4.27)
	<i>P_{trend}</i>	-	<0.01	<0.01	0.64	0.92	0.38	0.25
Potato and starch(g)	<10 (n=86)	1	1	1	1	1	1	1
	10-41 (n=85)	1	1.01 (0.43-2.35)	0.83 (0.34-1.99)	0.93 (0.42-2.04)	1.01 (0.45-2.25)	1.07 (0.43-2.65)	1.25 (0.50-3.18)
	41< (n=85)	1	0.56 (0.22-1.41)	0.46 (0.17-1.20)	0.78 (0.35-1.73)	0.81 (0.35-1.86)	1.69 (0.72-3.98)	2.08 (0.86-5.06)
	<i>P_{trend}</i>	-	0.18	0.10	0.53	0.58	0.18	0.09
Breads(g)	0 (n=170)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=86)	1	1.45 (0.68-3.09)	1.36 (0.63-2.94)	1.31 (0.66-2.62)	1.36 (0.67-2.75)	0.85 (0.39-1.86)	0.94 (0.43-2.10)

*Significant at the 0.5 level.

¹ The Early-Non-DM-CKD group was used as a reference.

² Adjusted for age (continuous, years), sex (male, female) and energy intake (continuous, kcal).

³ Based on polytomous logistic regression analysis with assignment of median values to each category.

Table 21. Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of meat/fish/poultry food group

Meat/fish/ poultry	Tertile	Early- Non-DM- CKD ¹ (n=78)	Early-DM-CKD (n=49)		Late-Non-DM-CKD (n=71)		Late-DM-CKD (n=58)	
		Reference	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)
Red meat(g)	<23 (n=84)	1	1	1	1	1	1	1
	23-57 (n=87)	1	1.85 (0.70-4.88)	1.87 (0.69-5.04)	1.45 (0.66-3.20)	1.65 (0.73-3.72)	1.55 (0.66-3.62)	1.63 (0.68-3.90)
	57< (n=85)	1	2.44 (0.98-6.05)	1.96 (0.73-5.22)	0.87 (0.39-1.96)	1.28 (0.53-3.13)	0.99 (0.42-2.36)	1.39 (0.53-3.67)
	<i>P</i> _{trend} ³	-	0.07	0.25	0.59	0.72	0.82	0.61
Processed red meat(g)	0 (n=168)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=88)	1	1.19 (0.55-2.56)	0.96 (0.43-2.17)	1.14 (0.57-2.29)	1.57 (0.74-3.30)	0.48 (0.21-1.09)	0.55 (0.23-1.30)
Meat byproducts (g)	0 (n=226)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=30)	1	0.46 (0.14-1.52)	0.43 (0.13-1.44)	0.66 (0.25-1.72)	0.67 (0.25-1.77)	0.50 (0.16-1.52)	0.51 (0.16-1.59)
Poultry(g)	0 (n=182)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=74)	1	1.05 (0.48-2.26)	0.96 (0.43-2.12)	0.53 (0.25-1.13)	0.52 (0.24-1.14)	1.02 (0.48-2.17)	1.18 (0.54-2.57)
Eggs(g)	<15 (n=86)	1	1	1	1	1	1	1
	15-40 (n=85)	1	1.99 (0.79-5.03)	1.73 (0.67-4.45)	0.93 (0.41-2.09)	1.05 (0.46-2.41)	1.18 (0.50-2.75)	1.33 (0.56-3.16)
	40+ (n=85)	1	1.25 (0.50-3.13)	1.01 (0.39-2.61)	0.75 (0.34-1.63)	0.95 (0.42-2.14)	0.61 (0.26-1.46)	0.77 (0.31-1.91)
	<i>P</i> _{trend}	-	0.86	0.78	0.43	0.84	0.23	0.50
Fish(g)	<13 (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	13-44 (n=86)	1	1.16 (0.47-2.85)	1.19 (0.48-2.94)	0.94 (0.42-2.08)	0.93 (0.42-2.09)	1.19 (0.50-2.83)	1.22 (0.51-2.95)
	44< (n=85)	1	0.93 (0.38-2.30)	0.80 (0.32-2.03)	0.66 (0.29-1.49)	0.74 (0.33-1.69)	0.87 (0.29-1.49)	0.99 (0.41-2.42)
	<i>P</i> _{trend}	-	0.81	0.55	0.29	0.46	0.65	0.90
Processed fish(g)	0 (n=169)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=87)	1	1.45 (0.68-3.11)	1.25 (0.56-2.77)	0.84 (0.41-1.70)	1.03 (0.49-2.15)	0.60 (0.27-1.34)	0.70 (0.30-1.61)
Seafood (g)	0 (n=97)	1	1	1	1	1	1	1
	0<-16 (n=70)	1	0.98 (0.39-2.50)	0.94 (0.37-2.41)	0.56 (0.24-1.29)	0.57 (0.24-1.33)	0.51 (0.21-1.21)	0.52 (0.22-1.25)
	16< (n=89)	1	0.87 (0.36-2.09)	0.70 (0.28-1.74)	0.55 (0.25-1.19)	0.63 (0.29-1.39)	0.31* (0.13-0.72)	0.35* (0.14-0.84)
	<i>P</i> _{trend}	-	0.74	0.42	0.15	0.29	<0.01	0.02
Legumes (g)	<18 (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	18-55 (n=86)	1	3.78* (1.30-10.97)	3.45* (1.17-10.14)	1.07 (0.50-2.31)	1.18 (0.54-2.58)	1.22 (0.52-2.85)	1.36 (0.57-3.21)
	55< (n=85)	1	5.75* (2.00-16.53)	5.07* (1.72-14.91)	0.92 (0.41-2.07)	1.13 (0.48-2.62)	1.33 (0.56-3.15)	1.64 (0.67-4.00)
	<i>P</i> _{trend}	-	<0.01	<0.01	0.81	0.83	0.53	0.30

*Significant at the 0.5 level.

¹ The Early-Non-DM-CKD group was used as a reference.

² Adjusted for age (continuous, years), sex (male, female) and energy intake (continuous, kcal).

³ Based on polytomous logistic regression analysis with assignment of median values to each category.

Table 22. Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of vegetables and fruits food group

Vegetables and Fruits	Tertile	Early-Non-DM-CKD ¹ (n=78)	Early-DM-CKD (n=49)		Late-Non-DM-CKD (n=71)		Late-DM-CKD (n=58)	
		Reference	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate-adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate-adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate-adjusted model ² OR (95% CIs)
Raw vegetables (g)	<23 (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	23-58 (n=86)	1	1.04 (0.41-2.59)	0.97 (0.38-2.47)	1.76 (0.79-3.92)	1.92 (0.85-4.34)	0.86 (0.37-2.02)	0.98 (0.41-2.32)
	58< (n=85)	1	1.46 (0.62-3.48)	1.34 (0.56-3.23)	1.27 (0.56-2.90)	1.42 (0.62-3.28)	0.88 (0.38-2.04)	0.97 (0.41-2.29)
	<i>P_{trend}</i> ³		0.34	0.44	0.79	0.63	0.80	0.94
Cooked vegetables (g)	<89 (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	89-139 (n=86)	1	1.08 (0.43-2.73)	0.90 (0.35-2.35)	0.59 (0.27-1.32)	0.67 (0.30-1.53)	0.60 (0.26-1.39)	0.67 (0.28-1.59)
	139< (n=85)	1	1.32 (0.53-3.33)	0.96 (0.36-2.60)	0.68 (0.30-1.51)	0.90 (0.38-2.15)	0.51 (0.21-1.23)	0.66 (0.26-1.68)
	<i>P_{trend}</i>		0.54	0.99	0.40	0.99	0.15	0.99
Salted vegetables (g)	<47 (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	47-94 (n=86)	1	2.58 (1.01-6.58)	2.15 (0.82-5.65)	0.90 (0.41-1.96)	1.03 (0.46-2.32)	0.73 (0.29-1.83)	0.87 (0.34-2.25)
	94< (n=85)	1	1.15 (0.44-3.04)	0.89 (0.32-2.50)	0.35* (0.15-0.80)	0.43* (0.18-1.03)	1.01 (0.45-2.29)	1.24 (0.52-2.98)
	<i>P_{trend}</i>		0.75	0.40	<0.01	0.04	0.82	0.56
Mushroom(g)	0 (n=136)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=120)	1	0.94 (0.46-1.93)	0.85 (0.41-1.77)	1.26 (0.66-2.42)	1.40 (0.72-2.75)	0.40* (0.19-0.83)	0.45* (0.21-0.95)
Seaweed (g)	<1 (n=86)	1	1	1	1	1	1	1
	1-4 (n=85)	1	1.58 (0.64-3.91)	1.53 (0.61-3.82)	1.24 (0.55-2.79)	1.34 (0.59-3.05)	0.73 (0.30-1.74)	0.75 (0.31-1.82)
	4< (n=85)	1	0.76 (0.30-1.88)	0.71 (0.28-1.78)	0.59 (0.26-1.32)	0.63 (0.28-1.43)	0.48 (0.21-1.10)	0.52 (0.22-1.20)
	<i>P_{trend}</i>		0.29	0.24	0.10	0.14	0.08	0.12
Fruits(g)	<102 (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	102-259 (n=86)	1	0.66 (0.26-1.66)	0.54 (0.21-1.41)	1.31 (0.57-2.99)	1.45 (0.62-3.36)	1.89 (0.80-4.50)	2.13 (0.88-5.17)
	259< (n=85)	1	0.49 (0.21-1.16)	0.36* (0.15-0.91)	0.71 (0.32-1.59)	0.81 (0.35-1.85)	0.44 (0.17-1.12)	0.54 (0.21-1.40)
	<i>P_{trend}</i>		0.10	0.03	0.31	0.49	<0.05	0.12

*Significant at the 0.5 level.

¹ The Early-Non-DM-CKD group was used as a reference.

² Adjusted for age (continuous, years), sex (male, female) and energy intake (continuous, kcal).

³ Based on polytomous logistic regression analysis with assignment of median values to each category.

Table 23. Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of milk/dairy and fat/sweets food group

Milk/ dairy and Fat/ sweets	Tertile	Early- Non-DM- CKD ¹ (n=78)	Early-DM-CKD (n=49)		Late-Non-DM-CKD (n=71)		Late-DM-CKD (n=58)	
		Reference	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)
Milk(g)	0 (n=150)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=106)	1	0.83 (0.40-1.72)	0.69 (0.32-1.47)	0.78 (0.40-1.52)	0.88 (0.44-1.75)	0.82 (0.40-1.66)	1.00 (0.48-2.09)
Dairy(g)	0 (n=146)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=110)	1	0.69 (0.33-1.43)	0.59 (0.28-1.25)	0.92 (0.48-1.76)	1.06 (0.54-2.09)	0.40* (0.19-0.83)	0.45* (0.21-0.97)
Seeds and nuts(g)	1< (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	1-7 (n=86)	1	2.17 (0.87-5.43)	2.00 (0.78-5.09)	0.89 (0.41-1.96)	0.92 (0.41-2.07)	0.97 (0.40-2.32)	1.11 (0.45-2.71)
	7< (n=85)	1	1.31 (0.51-3.37)	1.15 (0.44-3.05)	0.64 (0.29-1.42)	0.68 (0.30-1.54)	0.99 (0.43-2.28)	1.18 (0.49-2.79)
	<i>P</i> _{trend} ³		0.74	0.57	0.27	0.33	0.99	0.76
Snacks (g)	0 (n=169)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=87)	1	0.60 (0.28-1.29)	0.50 (0.22-1.12)	0.69 (0.35-1.37)	0.77 (0.38-1.54)	0.42* (0.19-0.91)	0.46 (0.21-1.03)
Sweets (g)	3< (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	3-7 (n=86)	1	1.50 (0.60-3.80)	1.42 (0.56-3.64)	0.51 (0.22-1.17)	0.52 (0.22-1.19)	1.09 (0.47-2.53)	1.10 (0.47-2.57)
	7< (n=85)	1	0.99 (0.39-2.51)	0.71 (0.27-1.91)	0.56 (0.26-1.21)	0.67 (0.30-1.53)	0.43 (0.18-1.07)	0.53 (0.20-1.36)
	<i>P</i> _{trend}		0.66	0.26	0.25	0.53	0.04	0.13
Fat and oils(g)	5< (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	5-9 (n=86)	1	0.91 (0.36-2.29)	0.83 (0.32-2.10)	1.02 (0.45-2.27)	1.12 (0.49-2.54)	1.56 (0.66-3.70)	1.88 (0.77-4.58)
	9< (n=85)	1	1.03 (0.43-2.47)	0.66 (0.25-1.78)	0.78 (0.35-1.75)	1.15 (0.46-2.88)	1.02 (0.42-2.47)	1.65 (0.61-4.50)
	<i>P</i> _{trend}		0.89	0.43	0.48	0.81	0.74	0.53

*Significant at the 0.5 level.

¹ The Early-Non-DM-CKD group was used as a reference.

² Adjusted for age(continuous, years), sex(male, female) and energy intake(continuous, kcal).

³ Based on polytomous logistic regression analysis with assignment of median values to each category.

Table 24. Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) for CKD patients with DM comorbidity and GFR category according to tertiles of condiment and beverages food group

Condi- ment and Beverages	Tertile	Early- Non-DM- CKD ¹ (n=78)	Early-DM-CKD (n=49)		Late-Non-DM-CKD (n=71)		Late-DM-CKD (n=58)	
		Reference	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)	Age-adjusted model OR (95% CIs)	Multivariate- adjusted model ² OR (95% CIs)
Seasoning (g)	19< (n=85)	1	1	1	1	1	1	1
	19-33 (n=86)	1	1.99 (0.73-5.38)	1.74 (0.62-4.87)	0.38* (0.17-0.87)	0.47 (0.20-1.11)	0.99 (0.43-2.27)	1.18 (0.49-2.84)
	33< (n=85)	1	2.43 (0.90-6.52)	1.75 (0.56-5.46)	0.61 (0.28-1.34)	0.96 (0.37-2.45)	0.60 (0.24-1.47)	0.90 (0.31-2.59)
	<i>P</i> _{trend} ³	-	0.10	0.43	0.20	0.86	0.27	0.87
Added sauce(g)	0 (n=156)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=100)	1	1.75 (0.81-3.77)	1.55 (0.70-3.41)	2.34* (1.17-4.69)	3.22* (1.53-6.77)	1.56 (0.74-3.31)	1.99 (0.90-4.41)
Tea and Coffee (ml)	29< (n=79)	1	1	1	1	1	1	1
	29-120 (n=93)	1	0.54 (0.20-1.49)	0.42 (0.15-1.21)	0.44* (0.20-0.98)	0.48 (0.21-1.07)	0.49 (0.21-1.17)	0.55 (0.23-1.33)
	120< (n=84)	1	1.35 (0.53-3.46)	1.23 (0.47-3.17)	0.27* (0.11-0.65)	0.29* (0.12-0.70)	0.43 (0.17-1.08)	0.43 (0.17-1.10)
	<i>P</i> _{trend}	-	0.16	0.17	<0.01	0.01	0.13	0.13
Alcohol (ml)	0 (n=146)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=110)	1	0.98 (0.47-2.01)	0.84 (0.40-1.77)	0.66 (0.34-1.27)	0.73 (0.37-1.42)	0.47* (0.23-0.98)	0.52 (0.25-1.09)
Other beverages (ml)	0 (n=191)	1	1	1	1	1	1	1
	0< (n=65)	1	0.80 (0.35-1.81)	0.70 (0.30-1.64)	1.10 (0.54-2.24)	1.15 (0.56-2.38)	0.40* (0.16-0.99)	0.44 (0.18-1.11)

*Significant at the 0.5 level.

¹ The Early-Non-DM-CKD group was used as a reference.

² Adjusted for age(continuous, years), sex(male, female) and energy intake(continuous, kcal).

³ Based on polytomous logistic regression analysis with assignment of median values to each category.

V. 고 찰

본 연구는 단면조사 연구로, 투석 전 만성콩팥병 환자들의 영양상태와 에너지와 영양소 섭취에 기여하는 급원식품의 섭취 기여도와 식품 섭취량을 당뇨병 동반여부나 질병 진행 정도에 따라 차이를 알아보기 위해 실시되었다. 본 연구 결과, 투석 전 만성콩팥병 환자들이 당뇨병 동반여부에 따라 영양상태, 에너지와 단백질 섭취에 기여하는 식품의 기여도와 섭취량에 차이가 나는 것을 확인하였다. 전체적으로 당뇨병을 동반한 환자들이 당뇨병을 동반하지 않은 환자들보다 영양상태가 불량한 것으로 나타났다. 그리고 당뇨병을 동반한 환자들은 당뇨병을 동반하지 않은 환자들보다 에너지와 단백질 섭취량에 기여하는 급원식품 상위 10위 중에서 정제곡류의 섭취 기여도가 더 낮고, 통곡류와 두류의 기여도 더 높았다. 식품 중에서 통곡류와 두류의 섭취량은 만성콩팥병이 진행이 초기인 상태인 환자에서 당뇨병을 동반한 환자가 당뇨병을 동반하지 않은 환자보다 더 많았다.

SGA를 통해 총 256명의 연구 대상자 중 영양불량 환자로 선별된 환자는 31명(12.1%)이었고, 모두 가벼운 영양불량에 해당되었다. BIA와 SGA 점수의 상관관계를 분석한 결과, SGA 점수는 위상각과 양의 상관관계를, 세포외액(세포외수분/총 체수분량)은 음의 상관관계가 있었다. 이를 통해 높은 위상각 수치와 낮은 세포외액이 좋은 영양상태를 보여주는 것으로 나타났다. BIA로 측정된 체성분 분석 결과는 투석 전 단계 환자들에게서 나타나는 영양상태 변화를 반영한다(Bellizzi et al. 2006). G4, G5 단계로 질병이 진행된 상태의 만성콩팥병 환자에게서 나타나는 체액 과다 현상은 심혈관계 질환으로 인한 사망을 포함한 사망의 독립적인 위험 인자이다(Tsai et al. 2014). BIA를 통해 분석되는 세포막 균형과 체액 균형의 변화는 영양불량과도 관련이 있다.

영양상태는 전체적으로 만성콩팥병 환자들 중 당뇨를 동반한 환자들이 당뇨를 동반하지 않은 환자들보다, 만성콩팥병이 진행된 환자들이 진행이 초기인 환자들보다 상대적으로 불량한 것으로 나타났다. 영양상태의 악화는

낮은 위상각과 높은 세포외액과 연관이 있다. DM-CKD군의 위상각이 Non-DM-CKD군보다 더 낮았고, 세포외액은 더 높았다. 위상각은 체세포량과 조직수분 상태가 낮아지면 감소한다(Barbosa-Silva and Barros 2005). 체세포량은 체단백이 많이 포함되어 있어 신체가 이화(catabolic) 상태일 때에 영향을 받아 낮아지며, 체세포량의 감소는 임상적 징후의 악화와 연관성이 있다고 보고되었다(Selberg et al. 1997). Bellizzi *et al.*의 연구에서 위상각 수치가 만성콩팥병 환자와 정상인 간에는 차이가 있었지만, 만성콩팥병 단계별로는 차이가 없었다(Bellizzi et al. 2006). 세포외액은 세포외수분과 체수분량의 비율로, 세포외액 과다 상태는 0.39 이상인 경우가 해당된다(Park et al. 2018). Early-Non-DM-CKD군을 제외하고 Early-DM-CKD, Late-Non-DM-CKD, Late-DM-CKD군 모두 세포외액의 비율이 0.39 이상으로 세포외액 과다 상태에 해당되었다. 그리고 Non-DM-CKD군에 비해 DM-CKD군의 세포외액과 세포외수분이 높게 나타났다. 만성콩팥병 환자의 세포외액 과다는 독립적으로 관상동맥 석회화의 높은 위험과 연관이 있었기 때문에(Park et al. 2018), 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자와 만성콩팥병이 진행된 환자는 합병증 예방에 더욱 주의해야 할 것이다.

성별에 관계없이 체질량지수는 Non-DM-CKD군에 비해 DM-CKD군이 높았다. 남성의 경우 체지방비율과 내장지방 단면적은 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군보다 높은 것으로 나타났다. 그러나, 여성의 경우 체중, 골격근량이 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군보다 더 높았고, Early-CKD군에 비해 Late-CKD군의 골격근량이 더 높았다. 여성에서는 당뇨병을 동반한 환자가 그렇지 않은 환자에 비해 체중, 체질량지수와 동시에 골격근량이 더 높거나, 질병이 초기인 상태인 환자에 비해 진행된 상태의 환자가 골격근량이 더 낮은 상태였다. 반대로, 남성에서는 당뇨병을 동반한 환자가 그렇지 않은 환자에 비해 체질량지수와 체지방비율이 높으면서 내장지방 면적이 더 넓었고, 질병이 초기인 상태의 환자는 진행된 상태의 환자보다 체지방량이 더 높아 성별에 따라 내장지방 면적과 골격근량의 차이가 다른 양상을 보였다. 내장지방은 심혈관계 질환 발생의 위험 인자로 꼽히기 때문에(Johansen and Lee 2015)

당뇨병을 동반한 남성 만성콩팥병 환자들은 내장지방을 감소시킬 필요성이 있다.

에너지, 단백질, 인, 칼륨 섭취에 기여하는 급원식품 상위 10개 중 공통적으로 네 군 간 기여도의 차이를 보인 급원식품은 정제곡류와 통곡류, 두류 3가지였다. 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자들이 식사에서 정제곡류의 섭취 비율을 줄이고 통곡류, 두류의 섭취 비율을 높인다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 당뇨병을 동반한 환자들이 연령대가 더 높은 점과 혈당 관리를 위해 정제곡류 대신 통곡류와 두류를 택하면서 통곡류와 두류의 섭취 기여도와 섭취량이 늘어난 것에 기인하는 것으로 보인다. KDOQI 가이드라인에 따르면, 당뇨병의 미세혈관 합병증을 방지하거나 지연시키기 위하여 당화혈색소를 7% 이하로 관리할 것을 권장하고 있다('KDOQI Clinical Practice Guideline for Diabetes and CKD: 2012 Update' 2012). DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 에너지, 단백질, 인과 칼륨의 섭취에 대한 통곡류와 두류의 기여도가 높았다. 정제곡류는 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 에너지, 단백질, 인, 칼륨에 대한 섭취 기여도가 낮았다. 질병 진행이 초기이면서 당뇨병을 동반하지 않은 환자를 기준으로 하여 식품 섭취량을 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도에 따라 비교한 결과, 유의한 차이가 나타난 식품 종류로 정제곡류와 통곡류, 두류, 해산물, 염장 채소류, 과일류, 차와 커피류가 나타났다. 그 중 다변량 보정 모델에서 정제곡류의 섭취량이 Early-Non-DM-CKD군에 비해서 Late-Non-DM-CKD군이 유의하게 더 높았다. 연령 보정 모델과 다변량 보정 모델에서 통곡류와 두류의 섭취량이 Early-DM-CKD군이 Early-Non-DM-CKD군보다 유의하게 더 높았으며, Late-DM-CKD군은 Early-Non-DM-CKD군보다 해산물 섭취량은 유의하게 더 낮았다. 단백질 섭취량뿐만 아니라 단백질 급원의 종류와 질도 만성콩팥병 환자들의 신장 기능에 영향을 미친다. 만성콩팥병을 진단받은 환자들에게서 단백질 섭취에서 식물성 급원의 비율이 33% 늘어날수록 사망 위험이 25% 낮았다(Chen et al. 2016). 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자는 당뇨 환자와 다르게 신장 기능 유지를 위해 단백질 제한이 필요하기 때문에

식사 관리와 혈당 조절에 더 어려움을 겪는다. 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자의 경우 혈당 조절을 위해 총 탄수화물 섭취량을 줄이는 것도 중요하지만, 상대적으로 단백질과 지방의 섭취 비율을 늘려야 한다. 통곡류는 정상인들에게 혈당과 인슐린 항상성 조절을 위하여 도움이 되는 것으로 알려져 있다(Marventano et al. 2017). 그러나, 만성콩팥병 환자는 신장 기능이 저하됨에 따라 인, 칼륨, 나트륨 또는 칼슘 같은 전해질 수치에 이상이 생길 수 있으며, 식물성 급원 중 통곡류는 인과 칼륨의 기여도 또한 높이기 때문에 단백질 급원으로서 통곡류보다는 다른 급원의 섭취로 대체하는 것을 고려해야 한다. 본 연구에서 통곡류는 전체 환자에서 인 섭취에 기여하는 상위 10개 급원식품 중 5위(기여도 전체 평균 7.1%), 칼륨 섭취에 기여하는 급원식품 9위(기여도 전체 평균 4.7%)였으나, 별도로 당뇨병 동반여부에 따라 에너지와 영양소 섭취에 기여하는 급원식품 종류를 분석한 결과, 당뇨병을 동반한 환자들에서 인에 대한 기여는 4위, 칼륨에 대한 기여는 6위로 기여도가 더 높게 나타났다. 따라서, 인 또는 칼륨 같은 미네랄 섭취 제한이 필요한 만성콩팥병 환자들은 과도한 통곡류 섭취에 주의해야 한다.

나트륨의 섭취에 기여하는 급원식품 상위 10개 중 네 군 간 기여도의 차이를 보인 급원식품으로 가공육류가 나타났다. Early-CKD군이 Late-CKD군에 비해 섭취 기여도가 높아 만성콩팥병이 진행된 상태의 환자들은 초기 상태의 환자들보다 가공육류의 섭취 기여도가 낮음을 알 수 있었다. 양념류는 당뇨병 동반여부나 콩팥 기능에 따른 차이를 보이지 않았지만, 나트륨 섭취에 기여하는 급원식품 1위이면서 인 기여 급원식품 10위, 칼륨 기여 급원식품 7위로 나타났다. 인은 유기 인산염과 무기 인산염 종류로 나뉘는데, 가공육류와 양념류에 함유된 식품첨가물에는 생체 이용률이 높은 무기 형태가 함유되어 있기 때문에(Uribarri 2009; Kalantar-Zadeh et al. 2010) 인의 섭취량을 조절해야 하는 환자들 경우에는 특히 식품첨가물이 함유된 양념류와 소스류, 가공육류, 인스턴트 제품, 탄산음료의 섭취를 줄여야 한다.

전체 환자들의 87.1%가 고혈압을 조절하는 약물인 ACE(Angiotensin-converting-enzyme) 억제제 또는 ARBs(Angiotensin receptor blocker)를

복용하고 있었다. 이러한 약물을 복용하는 경우에는 혈중 칼륨 수치를 정상 범위로 유지하기 위해 칼륨 섭취를 제한해야 한다(Bakris et al. 2000; Weinberg et al. 2009). 또한 고인산혈증, 고칼륨혈증 환자들에게는 인과 칼륨 제한이 요구된다. 전체 256명 환자 중 고칼륨혈증은 28명(10.9%), 고인산혈증은 22명(8.6%)이며 4, 5 단계 환자 76명 중에서 고칼륨혈증은 22명(28.9%), 고인산혈증은 15명(19.7%)에 해당되었다. 고인산혈증은 심혈관계 질환 발생 위험을 높이는 무기질-뼈 장애를 일으키고, 고칼륨혈증은 부정맥에 영향을 줄 수 있으므로(Ganesh et al. 2001) 합병증이 발생하지 않도록 과도한 미네랄 섭취에 주의해야 한다. 그러나, 통곡류 섭취량을 줄이기 위하여 총 섭취량을 제한하면 신체 기능 유지에 필수적인 에너지와 단백질 섭취량까지 부족할 수 있으므로 다양한 급원식품을 균형 있게 섭취하도록 하며, 에너지 섭취량이 부족해지지 않도록 해야 한다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫번째, 단면 조사 연구로 식품 섭취나 위상각, 세포외액 수준과 당뇨병 발생이나 만성콩팥병 진행 정도에 관해 인과관계를 입증할 수 없다. 두번째, 만성콩팥병 진단 기준으로 사용하는 사구체여과율 평가에 혈청 크레아티닌만 이용하였고 알부민뇨는 반영하지 않았다. 세번째, 연구 대상자의 신체 활동에 대한 정보는 조사하지 않았다. 이러한 여러 제한점이 있기는 하나 당뇨병 동반여부와 만성콩팥병 전 단계를 포함하는 기준을 사용하여 투석 전 만성콩팥병 환자의 영양소 섭취에 기여하는 급원식품을 조사하였고, 식품 섭취량과 만성콩팥병 환자 간의 연관성을 분석하였으며, SGA와 BIA를 이용해 투석 전 만성콩팥병 환자의 영양상태에 대하여 자세히 조사한 것은 장점으로 보아야 할 것이다.

본 연구에서는 투석 전 만성콩팥병 환자들이 당뇨병 동반여부에 따라 영양상태, 에너지와 영양소 섭취에 기여하는 식품의 기여도와 식품 섭취량에 차이가 나는 것을 확인하였다. 전체적으로 당뇨병을 동반한 환자들이 그렇지 않은 환자들보다 영양상태가 불량하였고, 에너지와 영양소 섭취에 기여하는 정제곡류의 기여도는 더 낮고, 통곡류와 두류의 섭취 기여도는 더 높은 것으로 나타났다. 통곡류는 인과 칼륨에도 기여도가 높은 것으로 나타났기 때문에

당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자들이 혈액 수치 이상, 항고혈압제를 사용하는 경우에는 통곡류 섭취에 주의해야 한다. 본 연구 결과를 토대로 당뇨병을 동반한 만성콩팥병 환자들의 효과적인 영양 중재 효과를 위하여 기초자료로 삼는 효과를 기대하는 바이다.

VI. 요 약

본 연구는 만성콩팥병 환자에게 조절이 중요한 에너지와 단백질, 인, 칼륨 및 나트륨에 기여하는 급원식품 종류와 급원식품 섭취량을 만성콩팥병 환자에서 당뇨병 동반여부나 질병 진행 정도에 따라 차이가 있는지 알아보고자 하였다. 처음 모집한 350명의 연구 대상자 중 3일 식사기록지 작성을 완료한 256명에 대해 최종적으로 식사 섭취, 일반 특성, 생화학적 특성, BIA 조사, SGA 평가에 대한 분석이 이루어졌다. 연구 대상자를 당뇨병 동반여부(DM-CKD군 및 Non-DM-CKD군)와 콩팥 기능(Early-CKD군 및 Late-CKD군)의 2가지 기준에 따라 4군으로 구분하였다. 에너지, 단백질, 인, 칼륨 및 나트륨 섭취에 기여하는 주요 급원식품을 조사하였다. 만성콩팥병 환자를 당뇨병 동반여부와 콩팥 기능을 기준으로 구분하여 영양소 별로 급원식품의 기여도와 급원식품 섭취량을 비교하였으며, BIA와 SGA를 통해 영양상태를 조사하였다.

- 1) 연구 대상자의 평균 연령은 전체 59.9세이며, 남성에서는 60.8세, 여성에서는 58.6세 이었다. 평균 키는 남성에서는 168.4 ± 6.1 cm, 여성에서는 155.5 ± 5.7 cm 이었다. 평균 체중은 남성에서는 71.4 ± 11.5 kg, 여성에서는 61.5 ± 10.9 kg 이었으며, 평균 체질량지수는 남성에서는 25.1 ± 3.3 kg/m², 여성에서는 25.4 ± 4.2 kg/m² 이었다.
- 2) 전체적으로 연령은 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았고, Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 연령이 유의적으로 높았다. Early-Non-DM군의 연령은 평균 56.1세로 다른 군들과 비교해 유의하게 낮았다.
- 3) SGA를 통하여 선별한 영양불량의 환자는 전체 256명 중 31명으로 12.1%를 차지하였다. 31명 모두 가벼운 영양불량에 해당되었다.
- 4) 체중, 골격근량은 여성에서만 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에

비해 유의적으로 높았고, 골격근량은 여성에서 Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 낮았다. 체질량지수는 남성과 여성 모두에서 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 유의적으로 높았다. 남성에서는 체지방비율과 내장지방이 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 높았고, 체지방량은 Early-CKD군이 Late-CKD군보다 더 높았다.

- 5) BIA의 체성분 조성 조사 결과와 SGA 점수 간의 상관관계를 분석한 결과, 위상각이 양의 상관관계가 있었고, 세포외액 (세포외수분/총체수분량)이 음의 상관관계가 나타났다.
- 6) 전체 환자군에서 에너지 섭취량에 기여하는 상위 10개 급원식품은 순서대로 정제곡류, 적색육, 통곡류, 과일류, 두류, 유지류, 생선류, 익힌 채소류, 감자·전분류, 난류였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 에너지 섭취량의 75.1%를 섭취하였다.

단백질 섭취량에 기여하는 급원식품은 순서대로 정제곡류, 적색육, 생선류, 두류, 난류, 통곡류, 해산물, 익힌 채소류, 가금류, 양념류였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 단백질 섭취량의 78.3%를 섭취하였다.

인 섭취량에 기여하는 급원식품은 순서대로 정제곡류, 생선류, 두류, 적색육, 통곡류, 익힌 채소류, 난류, 과일류, 우유, 양념류였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 인 섭취량의 73.6%를 섭취하였다.

칼륨 섭취량에 가장 기여가 큰 급원식품은 순서대로 익힌 채소류, 과일류, 감자·전분류, 정제곡류, 염장채소류, 두류, 양념류, 적색육, 통곡류, 생채소류였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 칼륨 섭취량의 72.9%를 섭취하였다.

나트륨 섭취량에 기여하는 급원식품은 양념류, 염장채소류, 정제곡류, 생선류, 해조류, 난류, 가공육류, 해산물, 가공어류, 통곡류였다. 상위 10개 급원식품을 통해 전체 나트륨 섭취량의 88.6%를 섭취하였다.

에너지, 단백질, 인 및 칼륨 섭취에 기여하는 급원식품 중 정제곡류는 DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 기여도가 낮았고, Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 기여도가 높았다. 통곡류와 두류는

DM-CKD군이 Non-DM-CKD군에 비해 기여도가 높았다. 나트륨 섭취에 기여하는 급원식품 중 가공육류는 Late-CKD군이 Early-CKD군에 비해 기여도가 낮았다.

- 7) 30종류의 급원식품 섭취량에 대하여 만성콩팥병 환자의 당뇨병 동반여부와 질병 진행 정도로 질병 진행이 초기이면서 당뇨병을 동반하지 않은 군을 기준으로 비교한 결과, 다변량 보정 모델에서 통곡류와 두류의 섭취량이 Early-DM-CKD군이 Early-Non-DM-CKD군보다 유의하게 더 높았다. 다변량 보정 모델에서 정제곡류의 섭취량이 Late-Non-DM-CKD군이 Early-Non-DM-CKD군보다 유의하게 더 높았다. 다변량 보정 모델에서 해산물 섭취량이 Late-DM-CKD군이 Early-Non-DM-CKD군보다 유의하게 더 낮았다. 다변량 보정 모델에서 차와 커피류의 섭취량이 Late-Non-DM-CKD군이 Early-Non-DM-CKD군에 비해서 유의하게 더 낮았다.

위 결과를 통해 투석 전 만성콩팥병 환자 256명 중 영양불량 상태인 환자는 31명(12.1%)임을 확인하였다. 체성분 조성 분석 결과, 당뇨병을 동반한 환자가 당뇨병을 동반하지 않은 환자에 비해, 질병이 진행된 환자가 질병 초기 상태의 환자에 비해 영양상태가 불량하였다. 당뇨병 동반여부에 따라 에너지, 단백질, 칼륨, 인 섭취에 기여하는 정제곡류, 통곡류, 두류의 섭취 기여도가 다른 것을 확인하였다. 당뇨병을 동반한 환자는 당뇨병을 동반하지 않은 환자에 비해 정제곡류의 섭취 기여도가 낮았고, 통곡류와 두류의 섭취 기여도는 더 높았다. 나트륨에 기여하는 급원식품의 섭취 기여도는 질병이 진행된 환자가 질병 초기 상태의 환자에 비해 가공육류의 섭취 기여도가 더 낮았다. 통곡류와 두류의 섭취량은 질병이 초기이면서 당뇨병을 동반한 환자가 질병이 초기이면서 당뇨병을 동반하지 않은 환자보다 섭취량이 더 높았다. 정제곡류의 섭취량은 질병이 진행된 상태이면서 당뇨병을 동반하지 않은 환자가 질병이 초기인 상태이면서 당뇨병을 동반하지 않은 환자보다 더 높았다. 본 연구에서는 투석 전 만성콩팥병 환자의 전반적인 실제 식사와 영양상태를

조사하여 당뇨병을 동반한 환자들의 에너지와 단백질 섭취에 기여하는 통곡류와 두류의 기여도와 섭취량이 당뇨병을 동반하지 않은 환자들과 다르면서 상대적으로 영양상태가 불량한 것을 확인하였다. 연구 결과를 통해 투석 전 단계 환자들을 위한 영양 중재의 근거 자료로 삼는 효과가 기대된다.

참고 문헌

- Auestad, N., J. S. Hurley, V. L. Fulgoni, 3rd, and C. M. Schweitzer. 2015. 'Contribution of Food Groups to Energy and Nutrient Intakes in Five Developed Countries', *Nutrients*, 7: 4593-618.
- Bakris, G. L., M. Williams, L. Dworkin, W. J. Elliott, M. Epstein, R. Toto, K. Tuttle, J. Douglas, W. Hsueh, and J. Sowers. 2000. 'Preserving renal function in adults with hypertension and diabetes: a consensus approach. National Kidney Foundation Hypertension and Diabetes Executive Committees Working Group', *Am J Kidney Dis*, 36: 646-61.
- Barbosa-Silva, M. C., and A. J. Barros. 2005. 'Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations', *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 8: 311-7.
- Bellizzi, V., L. Scalfi, V. Terracciano, L. De Nicola, R. Minutolo, M. Marra, B. Guida, B. Cianciaruso, G. Conte, and B. R. Di Iorio. 2006. 'Early changes in bioelectrical estimates of body composition in chronic kidney disease', *J Am Soc Nephrol*, 17: 1481-7.
- Braunschweig, C., S. Gomez, and P. M. Sheean. 2000. 'Impact of declines in nutritional status on outcomes in adult patients hospitalized for more than 7 days', *J Am Diet Assoc*, 100: 1316-22; quiz 23-4.
- Burch, E., L. Ball, M. Somerville, and L. T. Williams. 2018. 'Dietary intake by food group of individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review', *Diabetes Res Clin Pract*, 137: 160-72.
- Cachofeiro, V., M. Goicochea, S. G. de Vinuesa, P. Oubina, V. Lahera, and J. Luno. 2008. 'Oxidative stress and inflammation, a link between chronic kidney disease and cardiovascular disease', *Kidney Int Suppl*: S4-9.
- Cespedes, E. M., and F. B. Hu. 2015. 'Dietary patterns: from nutritional epidemiologic analysis to national guidelines', *Am J Clin Nutr*, 101: 899-900.
- Chan, R., V. W. Wong, W. C. Chu, G. L. Wong, L. S. Li, J. Leung, A. M. Chim, D. K. Yeung, M. M. Sea, J. Woo, F. K. Chan, and H. L. Chan. 2015. 'Diet-Quality Scores and Prevalence of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A Population Study Using

- Proton-Magnetic Resonance Spectroscopy', *PLoS One*, 10: e0139310.
- Chen, X., G. Wei, T. Jalili, J. Metos, A. Giri, M. E. Cho, R. Boucher, T. Greene, and S. Beddhu. 2016. 'The Associations of Plant Protein Intake With All-Cause Mortality in CKD', *Am J Kidney Dis*, 67: 423-30.
- Chertow, G. M., K. L. Johansen, N. Lew, J. M. Lazarus, and E. G. Lowrie. 2000. 'Vintage, nutritional status, and survival in hemodialysis patients', *Kidney Int*, 57: 1176-81.
- Collins, Allan J., Robert N. Foley, David T. Gilbertson, and Shu-Cheng Chen. 2015. 'United States Renal Data System public health surveillance of chronic kidney disease and end-stage renal disease', *Kidney international supplements*, 5: 2-7.
- Coresh, Josef, Elizabeth Selvin, Lesley A. Stevens, Jane Manzi, John W. Kusek, Paul Eggers, Frederick Van Lente, and Andrew S. Levey. 2007. 'Prevalence of Chronic Kidney Disease in the United States', *JAMA*, 298: 2038-47.
- Correia, M. I., and D. L. Waitzberg. 2003. 'The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis', *Clin Nutr*, 22: 235-9.
- da Silva Fink, J., P. Daniel de Mello, and E. Daniel de Mello. 2015. 'Subjective global assessment of nutritional status - A systematic review of the literature', *Clin Nutr*, 34: 785-92.
- de Mutsert, R., D. C. Grootendorst, E. W. Boeschoten, H. Brandts, J. G. van Manen, R. T. Krediet, and F. W. Dekker. 2009. 'Subjective global assessment of nutritional status is strongly associated with mortality in chronic dialysis patients', *Am J Clin Nutr*, 89: 787-93.
- Detsky, A. S., J. R. McLaughlin, J. P. Baker, N. Johnston, S. Whittaker, R. A. Mendelson, and K. N. Jeejeebhoy. 1987. 'What is subjective global assessment of nutritional status?', *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 11: 8-13.
- Erdogan, E., E. Tural, M. E. Uyar, Z. Bal, B. G. Demirci, B. Sayin, and S. Sezer. 2013. 'Reliability of bioelectrical impedance analysis in the evaluation of the nutritional status of hemodialysis patients - a comparison with Mini Nutritional Assessment', *Transplant Proc*, 45: 3485-8.
- Fischer, M., A. JeVenn, and P. Hipskind. 2015. 'Evaluation of muscle and fat loss as diagnostic criteria for malnutrition', *Nutr Clin Pract*, 30: 239-48.
- Fliser, D., G. Pacini, R. Engelleiter, A. Kautzky-Willer, R. Prager, E. Franek, and E. Ritz.

1998. 'Insulin resistance and hyperinsulinemia are already present in patients with incipient renal disease', *Kidney Int*, 53: 1343-7.
- Ganesh, S. K., A. G. Stack, N. W. Levin, T. Hulbert-Shearon, and F. K. Port. 2001. 'Association of elevated serum PO(4), Ca x PO(4) product, and parathyroid hormone with cardiac mortality risk in chronic hemodialysis patients', *J Am Soc Nephrol*, 12: 2131-8.
- Gansevoort, R. T., R. Correa-Rotter, B. R. Hemmelgarn, T. H. Jafar, H. J. Heerspink, J. F. Mann, K. Matsushita, and C. P. Wen. 2013. 'Chronic kidney disease and cardiovascular risk: epidemiology, mechanisms, and prevention', *Lancet*, 382: 339-52.
- Go, A. S., G. M. Chertow, D. Fan, C. E. McCulloch, and C. Y. Hsu. 2004. 'Chronic kidney disease and the risks of death, cardiovascular events, and hospitalization', *N Engl J Med*, 351: 1296-305.
- Ikizler, T. A., N. J. Cano, H. Franch, D. Fouque, J. Himmelfarb, K. Kalantar-Zadeh, M. K. Kuhlmann, P. Stenvinkel, P. TerWee, D. Teta, A. Y. Wang, and C. Wanner. 2013. 'Prevention and treatment of protein energy wasting in chronic kidney disease patients: a consensus statement by the International Society of Renal Nutrition and Metabolism', *Kidney Int*, 84: 1096-107.
- Johansen, K. L., and C. Lee. 2015. 'Body composition in chronic kidney disease', *Curr Opin Nephrol Hypertens*, 24: 268-75.
- Kalantar-Zadeh, K., L. Gutekunst, R. Mehrotra, C. P. Kovesdy, R. Bross, C. S. Shinaberger, N. Noori, R. Hirschberg, D. Benner, A. R. Nissenson, and J. D. Kopple. 2010. 'Understanding sources of dietary phosphorus in the treatment of patients with chronic kidney disease', *Clin J Am Soc Nephrol*, 5: 519-30.
- 'KDOQI Clinical Practice Guideline for Diabetes and CKD: 2012 Update'. 2012. *Am J Kidney Dis*, 60: 850-86.
- Kopple, J. D. 2001. 'National kidney foundation K/DOQI clinical practice guidelines for nutrition in chronic renal failure', *Am J Kidney Dis*, 37: S66-70.
- Kyle, U. G., I. Bosaeus, A. D. De Lorenzo, P. Deurenberg, M. Elia, J. M. Gomez, B. L. Heitmann, L. Kent-Smith, J. C. Melchior, M. Pirlich, H. Scharfetter, A. M. Schols, and C. Pichard. 2004. 'Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods', *Clin Nutr*, 23: 1226-43.

- Laskowski, W., H. Gorska-Warsewicz, and O. Kulykovets. 2018. 'Meat, Meat Products and Seafood as Sources of Energy and Nutrients in the Average Polish Diet', *Nutrients*, 10.
- Levey, A. S., L. A. Stevens, C. H. Schmid, Y. L. Zhang, A. F. Castro, 3rd, H. I. Feldman, J. W. Kusek, P. Eggers, F. Van Lente, T. Greene, and J. Coresh. 2009. 'A new equation to estimate glomerular filtration rate', *Ann Intern Med*, 150: 604-12.
- Lew, Q. J., T. H. Jafar, H. W. Koh, A. Jin, K. Y. Chow, J. M. Yuan, and W. P. Koh. 2017. 'Red Meat Intake and Risk of ESRD', *J Am Soc Nephrol*, 28: 304-12.
- Maggiore, Q., S. Nigrelli, C. Ciccarelli, C. Grimaldi, G. A. Rossi, and C. Michelassi. 1996. 'Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients', *Kidney Int*, 50: 2103-8.
- Marventano, S., C. Vetrani, M. Vitale, J. Godos, G. Riccardi, and G. Grosso. 2017. 'Whole Grain Intake and Glycaemic Control in Healthy Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials', *Nutrients*, 9.
- Matsushita, K., B. K. Mahmoodi, M. Woodward, J. R. Emberson, T. H. Jafar, S. H. Jee, K. R. Polkinghorne, A. Shankar, D. H. Smith, M. Tonelli, D. G. Warnock, C. P. Wen, J. Coresh, R. T. Gansevoort, B. R. Hemmelgarn, and A. S. Levey. 2012. 'Comparison of risk prediction using the CKD-EPI equation and the MDRD study equation for estimated glomerular filtration rate', *JAMA*, 307: 1941-51.
- Matsushita, K., E. Selvin, L. D. Bash, B. C. Astor, and J. Coresh. 2010. 'Risk implications of the new CKD Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) equation compared with the MDRD Study equation for estimated GFR: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study', *Am J Kidney Dis*, 55: 648-59.
- Mazairac, A. H., G. A. de Wit, M. P. Grooteman, E. L. Penne, N. C. van der Weerd, M. A. van den Dorpel, M. J. Nube, R. Levesque, P. M. Ter Wee, M. L. Bots, and P. J. Blankestijn. 2011. 'A composite score of protein-energy nutritional status predicts mortality in haemodialysis patients no better than its individual components', *Nephrol Dial Transplant*, 26: 1962-7.
- Nagata, C., K. Wada, T. Tamura, K. Konishi, Y. Goto, S. Koda, T. Kawachi, M. Tsuji, and K. Nakamura. 2017. 'Dietary soy and natto intake and cardiovascular disease mortality in Japanese adults: the Takayama study', *Am J Clin Nutr*, 105: 426-31.
- Nothlings, U., S. P. Murphy, S. Sharma, J. H. Hankin, and L. N. Kolonel. 2006. 'A

- comparison of two methods of measuring food group intake: grams vs servings', *J Am Diet Assoc*, 106: 737-9.
- O'Neil, C. E., D. R. Keast, V. L. Fulgoni, and T. A. Nicklas. 2012. 'Food sources of energy and nutrients among adults in the US: NHANES 2003-2006', *Nutrients*, 4: 2097-120.
- Obi, Y., H. Qader, C. P. Kovesdy, and K. Kalantar-Zadeh. 2015. 'Latest consensus and update on protein-energy wasting in chronic kidney disease', *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 18: 254-62.
- Okuda, N., K. Miura, A. Okayama, T. Okamura, R. D. Abbott, N. Nishi, A. Fujiyoshi, Y. Kita, Y. Nakamura, N. Miyagawa, T. Hayakawa, T. Ohkubo, Y. Kiyohara, and H. Ueshima. 2015. 'Fruit and vegetable intake and mortality from cardiovascular disease in Japan: a 24-year follow-up of the NIPPON DATA80 Study', *Eur J Clin Nutr*, 69: 482-8.
- Park, S., C. J. Lee, J. H. Jhee, H. R. Yun, H. Kim, S. Y. Jung, Y. K. Kee, C. Y. Yoon, J. T. Park, H. C. Kim, S. H. Han, S. W. Kang, S. Park, and T. H. Yoo. 2018. 'Extracellular Fluid Excess Is Significantly Associated With Coronary Artery Calcification in Patients With Chronic Kidney Disease', *J Am Heart Assoc*, 7.
- Petrie, J. R., T. J. Guzik, and R. M. Touyz. 2018. 'Diabetes, Hypertension, and Cardiovascular Disease: Clinical Insights and Vascular Mechanisms', *Can J Cardiol*, 34: 575-84.
- Planas, M., S. Audivert, C. Perez-Portabella, R. Burgos, C. Puiggros, J. M. Casanelles, and J. Rossello. 2004. 'Nutritional status among adult patients admitted to an university-affiliated hospital in Spain at the time of genoma', *Clin Nutr*, 23: 1016-24.
- Player, E. L., P. Morris, T. Thomas, W. Y. Chan, R. Vyas, J. Dutton, J. Tang, L. Alexandre, and A. Forbes. 2018. 'Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle (PA) is a practical aid to nutritional assessment in hospital in-patients', *Clin Nutr*.
- Previdelli, A. N., S. C. de Andrade, R. M. Fisberg, and D. M. Marchioni. 2016. 'Using Two Different Approaches to Assess Dietary Patterns: Hypothesis-Driven and Data-Driven Analysis', *Nutrients*, 8.
- Rimsevicius, L., A. Gincate, V. Vicka, D. Sukackiene, J. Pavinic, and M. Miglinas. 2016. 'Malnutrition Assessment in Hemodialysis Patients: Role of Bioelectrical

- Impedance Analysis Phase Angle', *J Ren Nutr*, 26: 391-95.
- Selberg, O., J. Bottcher, G. Tusch, R. Pichlmayr, E. Henkel, and M. J. Muller. 1997. 'Identification of high- and low-risk patients before liver transplantation: a prospective cohort study of nutritional and metabolic parameters in 150 patients', *Hepatology*, 25: 652-7.
- Shurraw, S., B. Hemmelgarn, M. Lin, S. R. Majumdar, S. Klarenbach, B. Manns, A. Bello, M. James, T. C. Turin, and M. Tonelli. 2011. 'Association between glycemic control and adverse outcomes in people with diabetes mellitus and chronic kidney disease: a population-based cohort study', *Arch Intern Med*, 171: 1920-7.
- Slinin, Y., H. Guo, D. T. Gilbertson, L. W. Mau, K. Ensrud, A. J. Collins, and A. Ishani. 2011. 'Prehemodialysis care by dietitians and first-year mortality after initiation of hemodialysis', *Am J Kidney Dis*, 58: 583-90.
- Souza, V. A., Dd Oliveira, H. N. Mansur, N. M. Fernandes, and M. G. Bastos. 2015. 'Sarcopenia in chronic kidney disease', *J Bras Nefrol*, 37: 98-105.
- Stevens, P. E., and A. Levin. 2013. 'Evaluation and management of chronic kidney disease: synopsis of the kidney disease: improving global outcomes 2012 clinical practice guideline', *Ann Intern Med*, 158: 825-30.
- Sum, S. S., A. F. Marcus, D. Blair, L. A. Olejnik, J. Cao, J. S. Parrott, E. N. Peters, R. K. Hand, and L. D. Byham-Gray. 2017. 'Comparison of Subjective Global Assessment and Protein Energy Wasting Score to Nutrition Evaluations Conducted by Registered Dietitian Nutritionists in Identifying Protein Energy Wasting Risk in Maintenance Hemodialysis Patients', *J Ren Nutr*, 27: 325-32.
- System, US Renal Data. 2013. "USRDS 2013 annual data report: atlas of chronic kidney disease and end-stage renal disease in the United States." In.: National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive
- Tajima, R., T. Kimura, A. Enomoto, K. Yanoshita, A. Saito, S. Kobayashi, K. Masuda, and K. Iida. 2017. 'Association between rice, bread, and noodle intake and the prevalence of non-alcoholic fatty liver disease in Japanese middle-aged men and women', *Clin Nutr*, 36: 1601-08.
- Tonelli, M., N. Wiebe, B. Culleton, A. House, C. Rabbat, M. Fok, F. McAlister, and A. X. Garg. 2006. 'Chronic kidney disease and mortality risk: a systematic review', *J Am Soc Nephrol*, 17: 2034-47.

- Tsai, Y. C., J. C. Tsai, S. C. Chen, Y. W. Chiu, S. J. Hwang, C. C. Hung, T. H. Chen, M. C. Kuo, and H. C. Chen. 2014. 'Association of fluid overload with kidney disease progression in advanced CKD: a prospective cohort study', *Am J Kidney Dis*, 63: 68-75.
- Uribarri, J. 2009. 'Phosphorus additives in food and their effect in dialysis patients', *Clin J Am Soc Nephrol*, 4: 1290-2.
- Weinberg, J. M., L. J. Appel, G. Bakris, J. J. Gassman, T. Greene, C. A. Kendrick, X. Wang, J. Lash, J. A. Lewis, V. Pogue, D. Thornley-Brown, and R. A. Phillips. 2009. 'Risk of hyperkalemia in nondiabetic patients with chronic kidney disease receiving antihypertensive therapy', *Arch Intern Med*, 169: 1587-94.
- Wing, Maria R., Dominic S. Raj, and Manuel T. Velasquez. 2015. 'Chapter 10 - Protein Energy Metabolism in Chronic Kidney Disease.' in Paul L. Kimmel and Mark E. Rosenberg (eds.), *Chronic Renal Disease* (Academic Press: San Diego).

Abstract

Analysis of Foods Contributing to Nutrient Intake and Percentage Contribution in Korean Patients with Chronic Kidney disease

Yeon Kyung Seo

Department of Food and Nutrition

The Graduate School

Seoul National University

Nutritional status of pre-dialysis patients is an important factor affecting the prognosis of patients with chronic kidney disease (CKD) since the dialysis began. In particular, for CKD patients with diabetes mellitus (DM), management of blood glucose and nutritional status is critical to delay progression to end-stage renal disease (ESRD). Patients with CKD often have trouble managing diet because of the limited intake of phosphorus and potassium as well as protein and sodium as needed. However, few studies have been conducted on the foods type contributing to nutrient intake, amount of foods intake and nutritional status of pre-dialysis

patients. Although the importance of controlling protein, phosphorus and potassium intake is highly emphasized in patients with CKD, and high-content foods are known for different nutrients, in fact, the type of food that kidney patients consume heavily in their diet, their contribution to energy or nutrient intake and their amount of foods intake have not been investigated. The purpose of this study is providing basis for personalized nutritional interventions in pre-dialysis patients by comparing the foods contributing to protein intake and nutritional status between of CKD patients according to DM comorbidity and CKD stage. The initially included subjects were 350 CKD patients referred to the Department of Nephrology at Seoul National University Hospital (SNUH) from Feb 2016 to Jan 2017. Patients who received kidney transplantation or were in the process of dialysis were excluded from the study at the recruitment stage. Among the initial 350 subjects, 94 subjects who did not complete 3-day dietary records were excluded. Therefore, final subjects included in the analysis were 256 CKD patients. The subjects were classified into 4 groups according to the DM comorbidity (DM or Non-DM) and CKD stage (Early or Late) by kidney function. BIA (Bioelectrical impedance analysis), SGA (Subjective global assessment), dietary intake, and biochemical data were collected. Two-way analysis of variance and multinomial logistic regression analysis were performed for statistical analysis. The total number of malnourished patients was 31 (12.1%), and all of them were moderately malnourished. Between the SGA score and BIA results of the whole subjects, phase angle showed positive correlation($r=0.55$, $P<0.0001$) and negative correlation with extracellular fluid($r=-0.52$, $P<0.0001$). Overall, patients with diabetes were poor nutritional status than those without diabetes. Phase angle was lower for the DM-CKD group compared to the Non-DM-CKD group, and the extracellular fluid turned out to be higher for the DM-CKD group. The body mass index of the DM-CKD group was higher for both men ($P=0.04$) and women ($P<0.01$) than the Non-DM-CKD group. Percent body fat

($P=0.04$) and visceral fat area ($P<0.01$) in the DM-CKD group was higher than in the Non-DM-CKD group. Comparing food intake to whether there is a difference in food intake according to the DM comorbidity or CKD stage, foods with different intake amounts were found to be refined grains, whole grains, legumes, seafood, salted vegetables, fruits and tea and coffee. In the multivariate-adjusted model, the amount of whole grains ($P_{\text{trend}}<0.01$) and legumes ($P_{\text{trend}}<0.01$) intake was higher in Early-DM-CKD group compared with the Early-Non-DM-CKD group. Refined grains ($P_{\text{trend}}<0.05$) intake was lower in the Early-Non-DM-CKD group than the Late-Non-DM-CKD group.

Among the top 10 food sources contributing to protein intake, foods that showed differences in contribution among the four groups were refined grains, whole grains and legumes. The percent contribution of refined grains ($P=0.02$) contributing to protein intake was lower in the DM-CKD group than in the Non-DM-CKD-group. The contribution of whole grains ($P<0.001$) and legumes ($P<0.01$) to protein intake in the DM-CKD group was greater than that in the Non-DM-CKD group. In conclusion, we identified differences in nutritional status, food contributions to protein intake, and amount of food intake between CKD patients with diabetes and those without diabetes. Overall, patients with DM-CKD were found to be more malnourished than Non-DM-CKD patients. . The DM-CKD group had higher percent contributions to protein intake from whole grains and legumes and a lower percent contribution from refined grains compared to the Non-DM-CKD group. Whole grains were a major contributor to phosphorus and potassium intake. These results suggest that CKD patients with diabetes should be cautious of excessive whole grains consumption in order to prevent complications such as arrhythmia and mineral-bone disorder and to manage their nutritional status.

Patients taking ACE (angiotensin-converting enzyme) inhibitors or ARBs (angiotensin receptor blockers) need to limit their potassium intake to

maintain serum potassium levels within normal range. Antihypertensive drugs were used in 223 cases (87.1%), hyperphosphatemia was present in 22 cases (8.6%) and hyperkalemia in 28 cases (10.9%). This study provides a basis for nutritional intervention to help pre-dialysis patients control their nutritional status and food intake depending on the presence of diabetes.

Keywords : Pre-dialysis, Diabetes mellitus, Percent contribution, Food intake, BIA(bioelectrical impedance analysis), SGA(subjective global assessment)

Student Number : 2017-22728

부 록

I. 만성콩팥병 환자의 영양상태 평가를 위한 SGA 평가지

만성콩팥병 환자의 영양상태 평가에 사용한 SGA 평가지 서식을 Supplemental table 1에 제시하였다. Detsky *et al.* (Detsky *et al.* 1987)의 SGA를 기초로 하여 만든 변형된 7점 척도의 SGA를 이용하여 환자들의 영양상태를 평가하였다.

영양사가 면담을 통해 과거력에 대한 변화 항목 5가지와 신체 조사 항목을 평가하였다. 과거력은 현재 체중 및 최근 체중의 변화, 식사 섭취량의 변화 및 식사상태, 소화관 증상 유무, 신체 활동 정도, 영양 요구량과 관련된 질병 유무에 대하여 조사해 각 항목을 1-7점으로 점수를 부여하였다. 신체 조사는 피하지방 손실, 근육 소모, 발목 부종 유무, 천골 부위 부종 유무, 복수 유무에 대하여 각각 0-3점으로 평가한 후, 신체 증후를 전체적으로 고려해 1-7점의 점수를 반영하였다. 조사 결과는 A(정상), B(가벼운 영양불량 상태), C(심각한 영양불량 상태) 3단계로 구분하고 항목별 점수와 전체적인 환자의 상태에 따라서 전반적인 영양상태를 반영하여 평가하였다.

Supplemental table 1. A modified SGA questionnaire parameters for nutritional assessment

Parameters	Items	Score	Status	Scoring scale
Medical history	Weight/ weight change	1-2	Severe malnutrition; > 10%/6months	1; Long term and continuing 2; Recent stabilization or minimal
		3-5	Moderate to mild malnutrition; 5-10%/6months	3; Close to 10%, sustained loss 4; 7-8%, sustained loss 5; 5-6%, sustained loss
		6-7	Mild malnutrition to normal; <5%/6months	6; Recent decrease 7; Stable
	Dietary intake	1	Sustained decrease, very poor intake	<25%
		2	Sustained decrease, variable but mostly poor	25-50%
		3	Decreased from usual sustained, < adequate intake	
		4	Sustained decrease, off and on adequate	50-75%
		5	Sustained decrease, but usually adequate	
		6	Recent, short term decrease	
		7	Usual, adequate	>75%
	Gastrointestinal symptoms	1	All symptoms, daily	
		2	All symptoms, almost daily	
		3	More symptoms, almost daily	
		4	More than one symptom, almost daily	
		5	One or more symptom, but not every day	
		6	Few symptoms	
		7	None	
	Functional Impairment	1	Bed ridden, unable to perform activities of daily living	
		2	Mostly bed/chair-ridden related to nutrition status	
		3-5	Lower than usual or recent change related to nutrition status(i.e. muscle wasting, lack of energy)	
		6-7	Usual or nor related to nutrition	
	Disease state/ comorbidities as related to nutritional needs	1-3	Severe comorbid disease (ulcerative colitis with diarrhea)	
		4-5	Comorbid disease (frequent infections, fever, peritonitis, brittle diabetes)	
		6	Underlying disease (cancerous status, cardiac problem..)	
		7	Nothing more than renal disease	

Supplemental table 1. (Continued)

Parameters	Items	Score	Status	Scoring scale
Physical Examination	Loss of subcutaneous fat	1-2	Below the eye-hollow, dark circles, loose skin	Severe (1. bones extremely prominent)
		3-5	Triceps/Biceps/Chest-very little space between fingers or fingers touch	Mild-moderate
		6-7	Below the eye-light bulge fat pads Triceps/Biceps/Chest-ample fat tissue	Normal (7. bones minimally visible or not visible at all)
	Muscle wasting	1-2	Temple-hollowing, depression Clavicle-protruding/prominent bone Interosseous-flat or depressed area between thumb forefinger	Severe (1. bones extremely prominent)
		3-5	Temple-slight depression Clavicle-some protrusion Interosseous-slightly depressed or flat Temple-well-defined	Mild-moderate
		6-7	Clavicle-Not visible in males, not prominent in females Interosseous(Back of hand, move thumb and fore finger back/forth)-Muscle protrudes, could be flat	Normal (7. bones minimally visible or not visible at all)
	Edema/Ascites	1-2	Significant swelling	Severe
		3-5	Mild to moderate swelling	Mild-moderate
		6-7	No sign of fluid accumulation	Normal

II. 만성콩팥병 환자의 에너지 섭취에 기여하는 식품군 조사

에너지와 단백질, 인, 칼륨, 나트륨 종류 별로 영양소 섭취에 기여하는 30가지의 급원식품 항목을 8가지의 식품군으로 분류하여 식품군의 기여도를 분석하였다. 8가지의 식품군 목록은 **Supplemental table 2**에 제시하였다.

에너지 섭취량에 기여하는 식품군은 네 군 전체가 기여도 높은 식품군이 1위에서 3위까지 곡류, 어육류, 유지당류로 동일하였다.

Early-Non-DM-CKD군에서 에너지 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 곡류(43.8%), 어육류(22.7%), 유지/당류(11.0%), 과일류(6.5%), 채소류(5.2%), 우유/유제품류(4.5%), 음료류(4.0%), 조미료(2.3%) 순이었다.

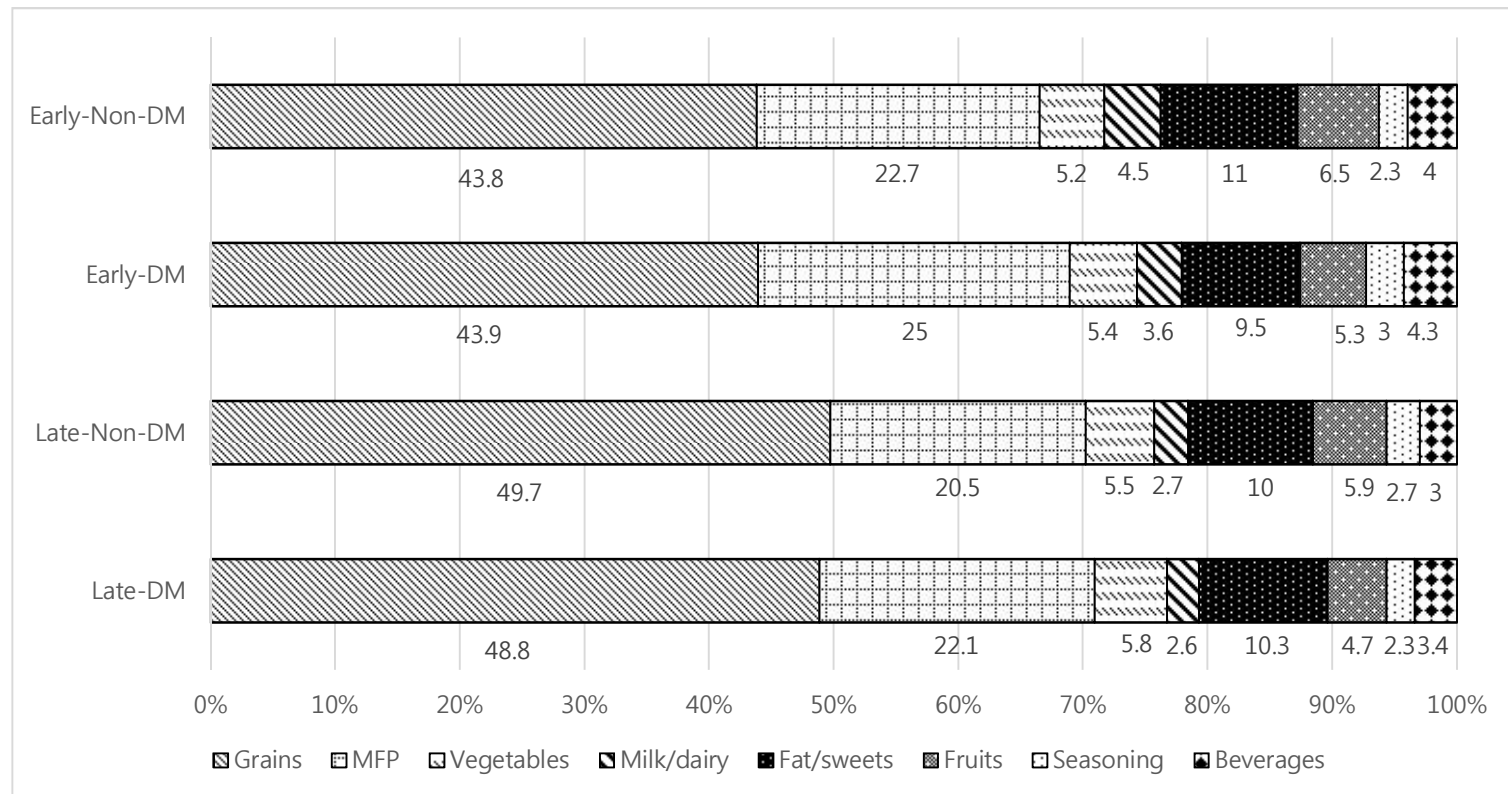
Early-DM-CKD군에서 에너지 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 곡류(43.9%), 어육류(25.1%), 유지/당류(9.5%), 과일류(5.3%), 음료류(4.3%), 양념류(4.2%), 채소류(4.1%), 우유류(3.6%) 순이었다.

Late-Non-DM-CKD군에서 에너지 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 곡류(49.7%), 어육류(20.5%), 유지/당류(10.0%), 과일류(5.9%), 채소류(5.5%), 조미료(2.7%), 음료류(3.0%), 우유/유제품류(2.7%), 순이었다.

Late-DM-CKD군에서 에너지 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 곡류(48.8%), 어육류(22.1%), 유지/당류(10.3%), 채소류(5.8%), 과일류(4.7%), 조미료(2.3%), 음료류(3.4%), 우유/유제품류(2.6%) 순이었다(**Supplemental figure 1**).

Supplemental table 2. Food group category

No	Food group	Subgroups
1	Grains	Refined grains, whole grains, potato and starch and bread
2	Meat/fish/poultry	Red meat, processed red meat, meat byproducts, poultry, egg, fish, processed fish, seafood and legume
3	Vegetables	Raw vegetables, cooked vegetables, salted vegetables, mushroom and seaweed
4	Fruits	Fruits
5	Milk/dairy	Milk and dairy
6	Fat/sweets	Fat and oils, sweets, snacks, seeds and nuts
7	Condiment	Seasoning and sauce
8	Beverages	Tea and coffee, alcohol and other beverages



Supplemental figure 1. Food group of energy percent contribution according to the DM comorbidity and GFR category

III. 만성콩팥병 환자의 단백질 섭취에 기여하는 식품군 조사

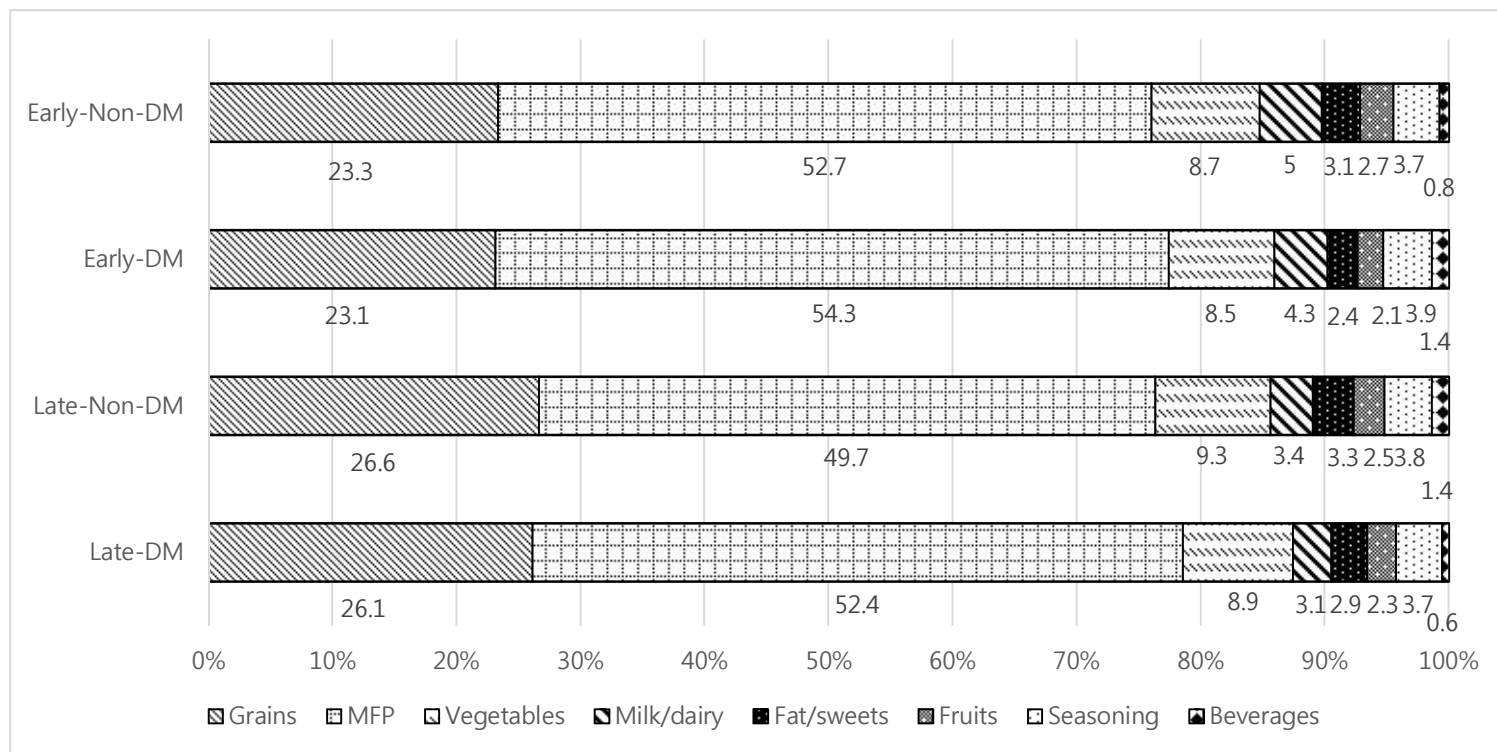
단백질 섭취에 기여하는 식품군의 기여도 순위는 네 군 전체가 1위에서 3위까지 어육류, 곡류, 채소류로 동일하였다.

Early-Non-DM-CKD군에서 단백질 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(52.7%), 곡류(23.3%), 채소류(8.7%), 우유/유제품류(5.0%), 조미료(3.7%), 유지/당류(3.1%), 과일류(2.7%), 음료류(0.8%) 순이었다.

Early-DM-CKD군에서 단백질 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(54.3%), 곡류(23.1%), 채소류(8.5%), 우유/유제품류(4.3%), 조미료(3.9%), 유지/당류(3.1%), 과일류(2.1%), 음료류(1.4%) 순이었다.

Late-Non-DM-CKD군에서 단백질 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(49.7%), 곡류(26.6%), 채소(9.3%), 조미료(3.8%), 우유/유제품류(3.4%), 유지/당류(3.3%), 과일류(2.5%), 음료류(1.4%) 순이었다.

Late-DM-CKD군에서 단백질 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(52.4%), 곡류(26.1%), 채소류(8.9%), 조미료(3.7%), 우유/유제품류(3.1%), 유지/당류(2.9%), 과일류(2.3%), 음료류(0.6%) 순이었다(Supplemental figure 2).



Supplemental figure 2. Food group of protein percent contribution according to the DM comorbidity and GFR category

IV. 만성콩팥병 환자의 인 섭취에 기여하는 식품군 조사

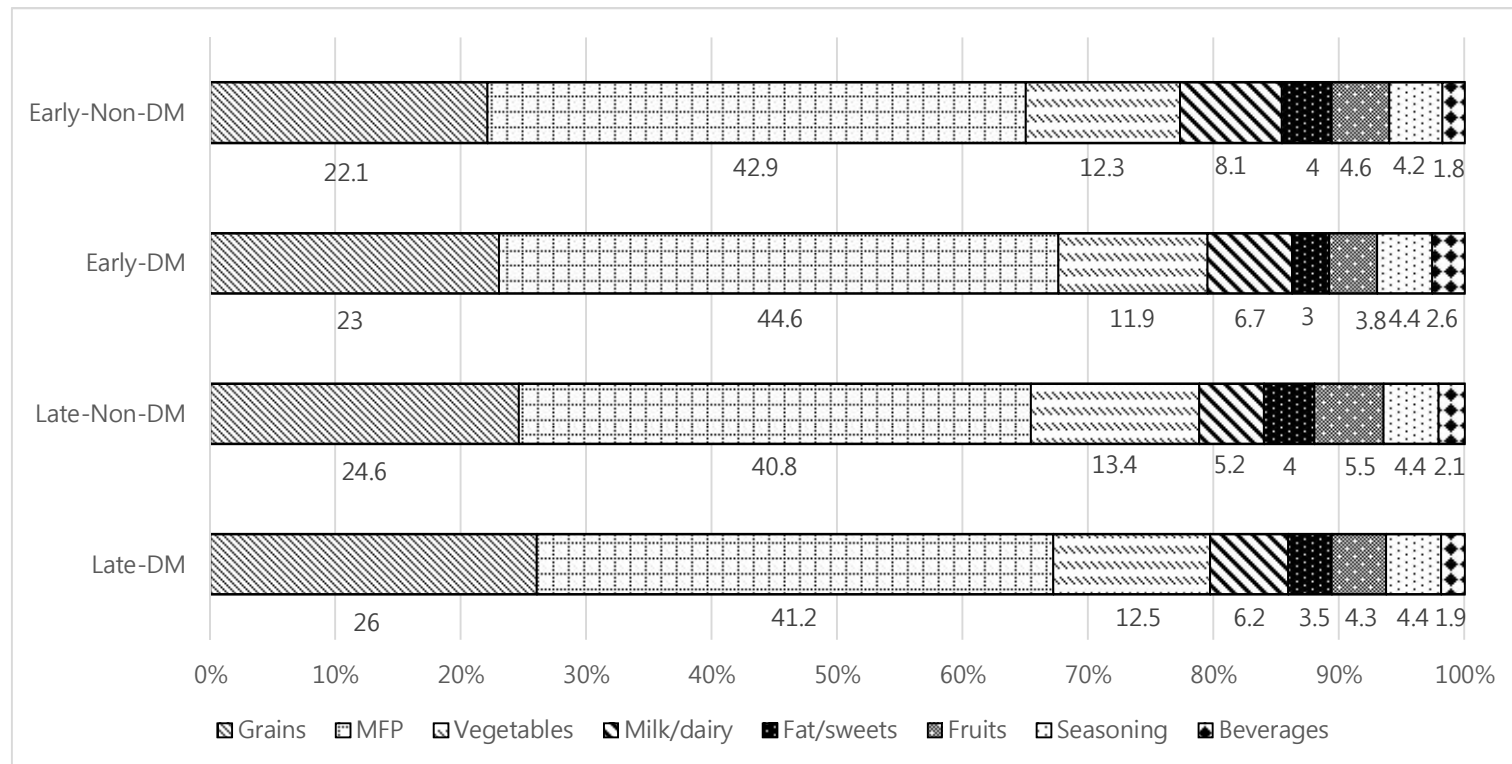
인 섭취량에 기여하는 식품군은 네 군 전체가 기여도 높은 식품군이 1위에서 3위까지 어육류, 곡류, 채소류로 동일하였다.

Early-Non-DM-CKD군에서 인 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(42.9%), 곡류(22.1%), 채소류(12.3%), 우유/유제품류(8.1%), 과일군(4.6%), 조미료(4.2%), 유지/당류(4.0%), 음료류(1.8%) 순이었다.

Early-DM-CKD군에서 인 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(44.6%), 곡류(23.0%), 채소류(11.9%), 우유/유제품류(8.1%), 우유/유제품류(6.7%), 과일류(3.8%), 유지/당류(3.0%), 음료류(2.6%) 순이었다.

Late-Non-DM-CKD군에서 인 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(40.8%), 곡류(24.6%), 채소류(13.4%), 과일류(5.5%), 우유/유제품류(5.2%), 유지/당류(5.2%), 조미료(4.4%), 음료류(2.1%) 순이었다.

Late-DM-CKD군에서 인 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 어육류(41.2%), 곡류(26.0%), 채소류(12.5%), 우유/유제품류(6.2%), 조미료(4.4%), 과일류(4.3%), 유지/당류(3.5%), 음료류(1.9%) 순이었다(Supplemental figure 3).



Supplemental figure 3. Food group of phosphorus percent contribution according to the DM comorbidity and GFR category

V. 만성콩팥병 환자의 칼륨 섭취에 기여하는 식품군 조사

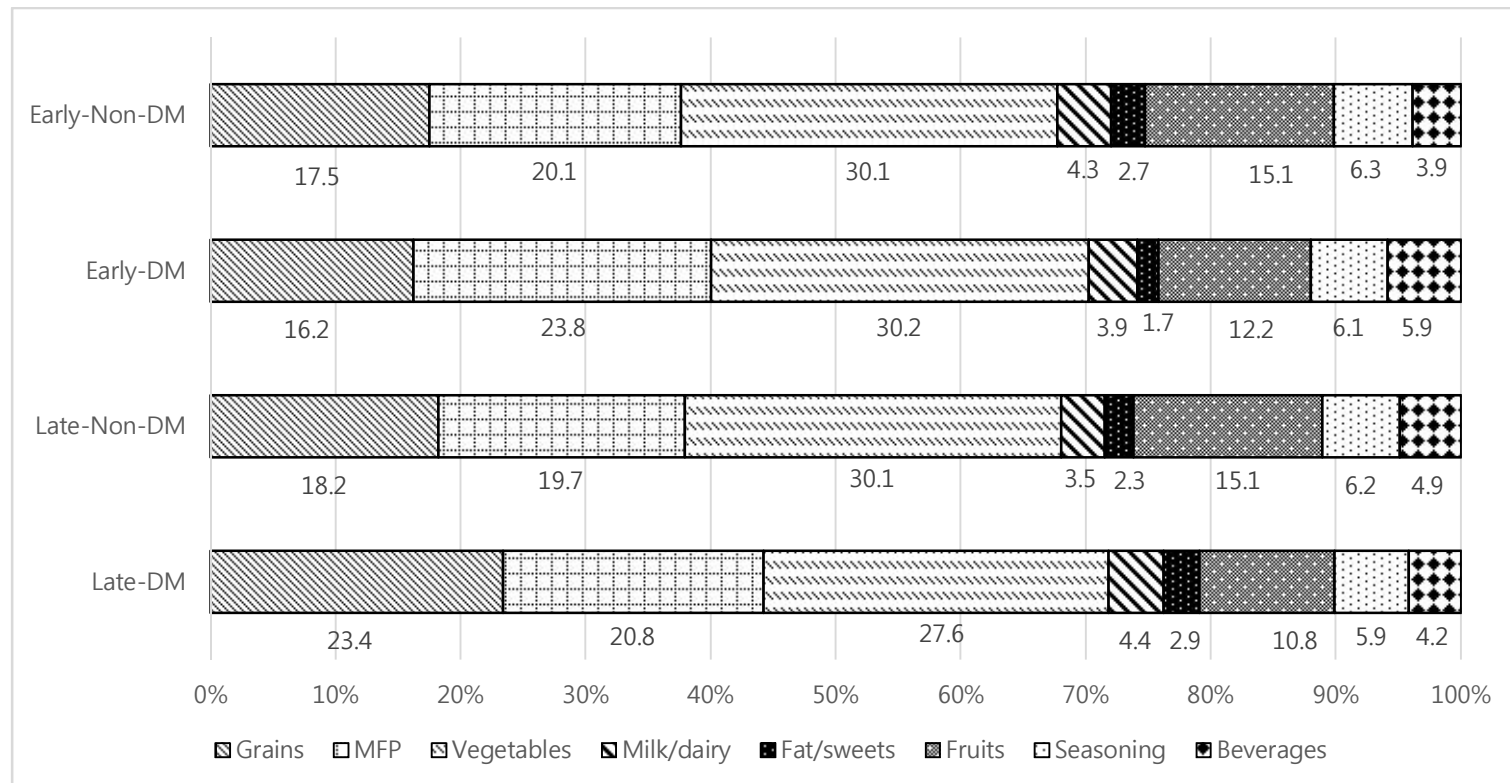
칼륨 섭취량에 기여하는 식품군은 네 군 전체에서 기여도 높은 식품군이 1위가 채소류로 동일하였다.

Early-Non-DM-CKD군에서 칼륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 채소류(30.1%), 어육류(20.1%), 곡류(17.5%), 과일류(15.1%), 조미료(6.3%), 우유/유제품류(4.3%), 음료류(3.9%), 유지/당류(2.7%) 순이었다.

Early-DM-CKD군에서 칼륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 채소류(30.2%), 어육류(23.8%), 곡류(16.2%), 과일류(12.2%), 조미료(6.1%), 음료류(5.9%), 우유/유제품류(3.9%), 유지/당류(1.7%) 순이었다.

Late-Non-DM-CKD군에서 칼륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 채소류(30.1%), 어육류(19.7%), 곡류(18.2%), 과일류(15.1%), 조미료(6.2%), 음료류(4.9%), 우유/유제품류(3.5%), 유지/당류(2.3%) 순이었다.

Late-DM-CKD군에서 칼륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 채소류(27.6%), 곡류(23.4%), 어육류(20.8%), 과일류(10.8%), 조미료(5.9%), 우유/유제품류(4.4%), 음료류(4.2%), 유지/당류(2.9%) 순이었다(Supplemental figure 4).



Supplemental figure 4. Food group of potassium percent contribution according to the DM comorbidity and GFR category

VI. 만성콩팥병 환자의 나트륨 섭취에 기여하는 식품군 조사

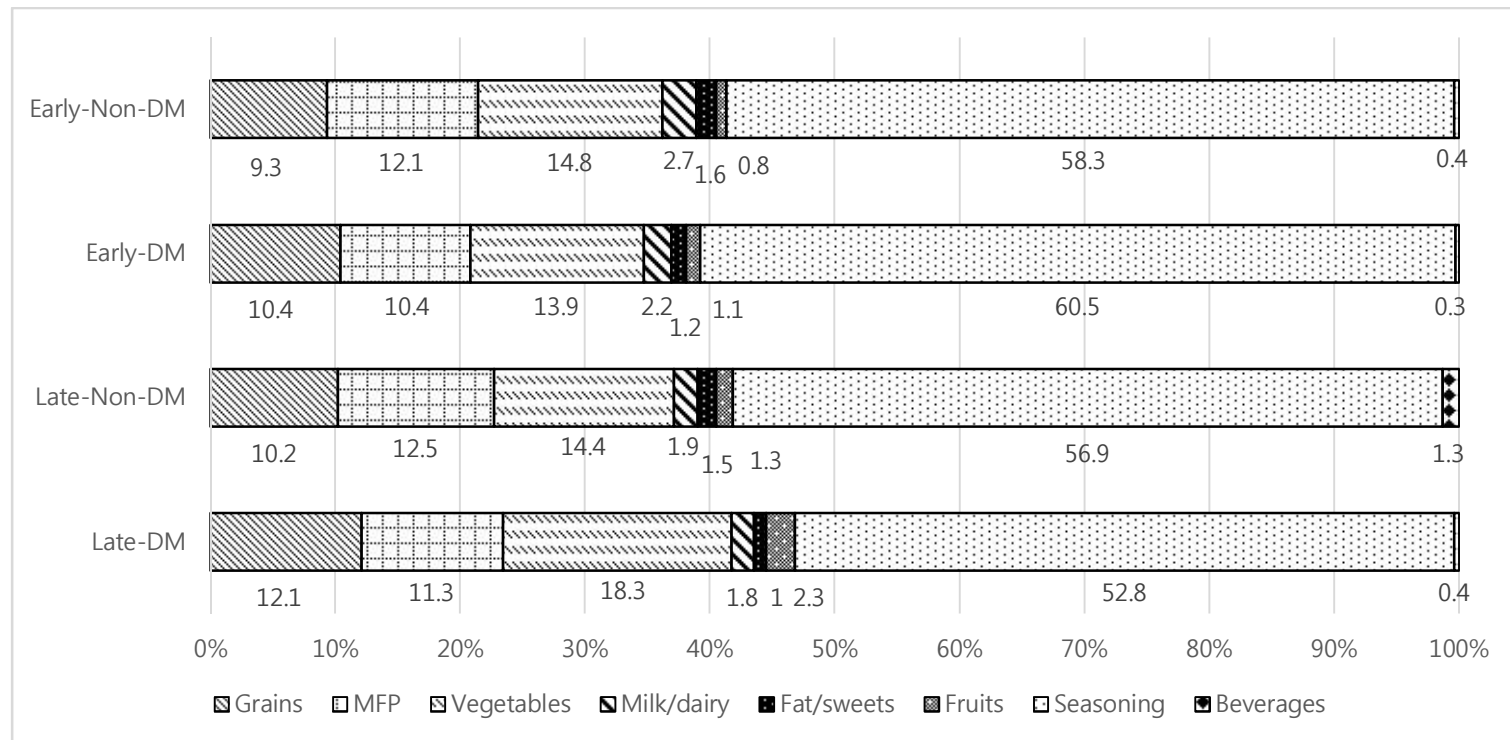
나트륨 섭취량에 기여하는 식품군은 네 군 전체에서 기여도 높은 식품군이 1위가 조미료로 동일하였다.

Early-Non-DM-CKD군에서 나트륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 조미료(58.3%), 채소류(14.8%), 어육류(12.1%), 곡류(9.3%), 우유/유제품류(2.7%), 유지/당류(1.5%), 과일류(0.8%), 음료류(0.4%) 순이었다.

Early-DM-CKD군에서 나트륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 조미료(67.8%), 채소류(13.9%), 어육류(10.4%), 곡류(10.4%), 우유/유제품류(2.2%), 유지/당류(1.2%), 과일류(1.1%), 음료류(0.3%) 순이었다.

Late-Non-DM-CKD군에서 나트륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 조미료(56.9%), 채소류(14.4%), 어육류(12.5%), 곡류(10.2%), 우유/유제품류(1.9%), 유지/당류(1.5%), 과일류(1.3%), 음료류(1.3%) 순이었다.

Late-DM-CKD군에서 나트륨 섭취량에 가장 기여가 큰 식품군은 조미료(52.8%), 채소류(18.3%), 곡류(12.1%), 어육류(11.3%), 과일류(2.3%), 우유/유제품류(1.8%), 유지/당류(1.0%), 음료류(0.4%) 순이었다(Supplemental figure 5).



Supplemental figure 5. Food group of sodium percent contribution according to the DM comorbidity and GFR category